

Teknologi Digital dalam Proses Asesmen Sertifikasi Profesi

**Prof. Dr. Ir. Syaad Patmanthara, M.Pd.
Dr. Dhega Febiharsa, S.ST., M.Pd.**

Teknologi Digital dalam Proses Asesmen Sertifikasi Profesi

Copyrights © 2025. All Rights Reserved
Hak cipta dilindungi undang-undang

Penulis:

Prof. Dr. Ir. Syaad Patmanthara, M.Pd.
Dr. Dhega Febiharsa, S.ST., M.Pd.

Penyunting:

Dyah Setyaningrum Winarni, M.Pd.

Desain & Tata Letak:

Tim Penerbit Cerdas Ulet Kreatif

ISBN :

Cetakan Pertama : 2025

Penerbit :

CV. Cerdas Ulet Kreatif

Jl. Manggis 72 RT 03 RW 04 Jember Lor, Patrang, Jember
Jawa Timur 68118 Telp. 0331-4431347, 412387 Faks. 4431347
e-mail : info@cerdas.co.id

Distributor Tunggal:

CV. Cerdas Ulet Kreatif

Jl. Manggis 72 RT 03 RW 04 Jember Lor, Patrang, Jember
Jawa Timur 68118 Telp. 0331-4431347, 412387 Faks. 4431347
e-mail : info@cerdas.co.id

Undang-Undang RI Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

Ketentuan Pidana

Pasal 72 (ayat 2)

Barang Siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya, buku yang berjudul “*Teknologi Digital dalam Proses Asesmen Sertifikasi Profesi*” ini telah berhasil diselesaikan. Buku ini disusun untuk memberikan wawasan yang mendalam mengenai bagaimana kemajuan teknologi informasi telah berperan penting dalam mendukung proses penilaian kompetensi, khususnya dalam konteks Sistem Sertifikasi Profesi Nasional.

Perkembangan teknologi digital, yang mencakup penggunaan *Video Conference*, Lingkungan Penilaian Virtual, asesmen jarak jauh, dan integrasi kecerdasan buatan, telah mendorong lembaga sertifikasi profesi untuk beradaptasi dalam mengelola proses penilaian. Perubahan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan transparansi, tetapi juga memastikan bahwa proses sertifikasi dapat dilakukan dengan lebih fleksibel, dapat dipertanggungjawabkan, serta menjangkau lebih banyak peserta tanpa terikat oleh lokasi geografis.

Di sisi lain, penerapan teknologi dalam sertifikasi profesi harus tetap mengikuti kerangka regulasi nasional, standar dari Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP), dan prinsip-prinsip

keadilan, validitas, dan keandalan. Oleh karena itu, buku ini ditulis dengan pendekatan yang mencakup bukan hanya aspek teknologi, tetapi juga landasan hukum, standar kompetensi, dan metodologi penilaian yang berhubungan.

Penulis berharap karya ini bisa menjadi sumber referensi bagi asesor kompetensi, pengelola LSP, lembaga pendidikan dan pelatihan, akademisi, serta pihak-pihak yang berperan dalam pengembangan sistem sertifikasi profesi. Semoga kehadiran buku ini memberikan manfaat, menginspirasi inovasi, dan memperkuat ekosistem sertifikasi kompetensi di Indonesia.

Sebagai penutup, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penulisan buku ini. Kritik dan saran sangat diharapkan untuk meningkatkan kualitas karya ini di masa mendatang.

Malang, Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

<i>KATA PENGANTAR.....</i>	<i>iii</i>
<i>DAFTAR ISI.....</i>	<i>v</i>
<i>DAFTAR GAMBAR</i>	<i>viii</i>
<i>DAFTAR TABEL.....</i>	<i>ix</i>
<i>Sertifikasi Profesi, Regulasi dan Tantangannya.....</i>	<i>1</i>
1.1. Badan Nasional Sertifikasi Profesi	1
1.2. Lembaga Sertifikasi Profesi.....	5
1.3. SKKNI, KKNi, dan Standar Okupasi Nasional	6
1.4. Prosedur Sertifikasi Profesi.....	18
1.5. Tempat Uji Kompetensi dan Persyaratannya	20
1.6. Sertifikasi Kompetensi Jarak Jauh (SJJ)	23
1.7. Tantangan Masa Depan.....	24
<i>Teknologi Digital pada Proses Sertifikasi Kompetensi</i>	<i>29</i>
2.1. Teknologi Digital pada Proses Pendaftaran	29
2.2. Teknologi Digital pada Proses Penjadwalan	31
2.3. Teknologi Digital pada Proses Uji Kompetensi.....	35
2.4. Teknologi Digital pada proses Pelaporan	39
2.5. Teknologi Digital pada Proses Penerbitan Sertifikat Kompetensi	40
<i>Basis Data Sertifikasi Profesi.....</i>	<i>49</i>
3.1. Data Pendaftar (Asesi).....	49
3.2. Data Asesor	50

3.3.	Data TUK	51
3.4.	Data Skema Kompetensi.....	52
3.5.	Data Materi Materi Uji.....	52
3.6.	Data Administratif Persuratan dan Keuangan	53
3.7.	Data Sertifikat	54
3.8.	Masa simpan data sertifikasi.....	55
<i>Teknologi Virtual Reality dalam Asesmen.....</i>		59
4.1.	Teknologi Virtual Reality	59
4.2.	Sertifikasi Kompetensi Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP)	60
4.3.	Tes berbantuan komputer (Paperless)	62
4.4.	Tandatangan Elektronik	63
4.5.	Buku Kerja BNSP	64
4.6.	Materi Uji Kompetensi (MUK).....	65
4.7.	Teknologi Virtual Reality dan MUVE	66
4.8.	Arsitektur TUK Digital / TUK MUVE.....	70
4.9.	Desain Virtual Environment	72
<i>Sarana dan Prasarana Asesmen Kompetensi Berbasis TI.....</i>		83
5.1.	Server Hosting dan Cloud.....	83
5.2.	Head Mounted Device (HMD) untuk Virtual Reality	86
5.3.	Meta Quest.....	90
5.4.	Game Engine Unity 3D	91
5.5.	Software Development Kit (SDK)	92
5.6.	SDK Multiuser Photon Unity Networking (PUN)	93
5.7.	Infrastruktur PUN untuk Multiuser	93
5.8.	Uji Kebergunaan dengan SUS.....	97
5.9.	Uji Kebergunaan Virtual Reality dengan VRSUQ	99
5.10.	Uji Pengalaman Pengguna dengan UEQ.....	100

<i>Pengembangan Platform MUVE PCA.....</i>	103
6.1. Kerangka Konseptual MUVE PCA	103
6.2. Contoh Skenario Penilaian Profesi dalam Lingkungan Virtual (MUVE)	106
<i>DAFTAR PUSTAKA</i>	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kesetaraan KKNi dengan Jenjang Pendidikan ...	8
Gambar 4.1	Taksonomi untuk Soal dan Tugas (Asesmen)	63
Gambar 4.2	Ilustrasi Desain Virtual Environment Skema Tata Boga.....	76
Gambar 4.3	Ilustrasi Desain Virtual Environment Skema Otomotif	77
Gambar 4.4	Ilustrasi Desain Virtual Environment Skema TIK.....	79
Gambar 4.5	Ilustrasi Desain Virtual Environment Skema Kesehatan.....	80
Gambar 5.1	Perangkat HMD untuk VR	87
Gambar 5.2	Perbandingan perangkat HMD untuk VR	89
Gambar 5.3	Perangkat Meta Quest 3	91
Gambar 5.4	Workspace Game Engine Unity 3D	92
Gambar 5.5	Topologi Jaringan MUVE PCA menggunakan PUN VR	95
Gambar 5.6	Formulir UEQ versi Bahasa Indonesia	102
Gambar 6.1	Mindmap MUVE PCA	104
Gambar 6.2	Peralatan Virtual Reality Oculus Rift	105
Gambar 6.3	Kacamata VR nReal Air	106

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Daftar Formulir Asesmen Kompetensi BNSP.....	64
Tabel 4.2.	Unit Kompetensi Skema Okupasi Teknisi Utama Jaringan Komputer.....	66

Sertifikasi Profesi, Regulasi dan Tantangannya

1.1. Badan Nasional Sertifikasi Profesi

Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) adalah sebuah lembaga yang independen dan dibentuk oleh pemerintah Republik Indonesia untuk melaksanakan sertifikasi kompetensi kerja di seluruh negara. Keberadaan BNSP diatur dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 mengenai Ketenagakerjaan, khususnya pada Pasal 18 yang menyatakan bahwa lembaga yang berwenang dan independen bertanggung jawab atas sertifikasi kompetensi kerja. Penguatan posisi BNSP juga dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2004 yang membahas Badan Nasional Sertifikasi Profesi. Dalam regulasi ini, BNSP diberikan tugas untuk memastikan kualitas kompetensi tenaga kerja melalui sebuah sistem sertifikasi yang telah distandarisasi, memiliki kredibilitas, serta diakui baik secara nasional maupun internasional.

Secara organisasi, BNSP berperan sebagai otoritas di tingkat nasional yang menetapkan kebijakan, pedoman, dan sistem penjaminan mutu untuk sertifikasi kompetensi. BNSP

tidak melakukan penilaian secara langsung, tetapi bekerja sama dengan Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) yang telah mendapatkan lisensi resmi. Lisensi ini diberikan kepada LSP setelah mereka memenuhi standar manajemen kualitas, memiliki skema sertifikasi, asesor kompetensi, serta alat uji yang sesuai dengan kriteria kompetensi. Melalui proses pemberian lisensi ini, BNSP memastikan bahwa setiap LSP dapat melakukan sertifikasi dengan cara yang objektif, transparan, dan akuntabel.

Selain itu, BNSP juga menetapkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) sebagai pedoman utama dalam pengembangan skema sertifikasi. Penetapan SKKNI diatur oleh Peraturan Menteri Ketenagakerjaan, sedangkan prosedur untuk penetapan, pembinaan, dan pengawasan sertifikasi kompetensi dijelaskan lebih lanjut dalam peraturan-peraturan BNSP, termasuk di dalamnya Pedoman Lisensi LSP, Pedoman Pelaksanaan Sertifikasi Kompetensi, serta sistem penjaminan mutu internal untuk sertifikasi. Dengan cara ini, BNSP memegang peran penting dalam menghubungkan kebutuhan industri terhadap tenaga kerja yang memiliki kompetensi melalui standardisasi proses sertifikasi di tingkat nasional.

1. Sejarah dan Perkembangan BNSP

Permintaan terhadap sistem pengakuan kompetensi bagi tenaga kerja di Indonesia mulai meningkat sejak masa

industrialisasi dan globalisasi pada tahun 1990-an. Pemerintah menyadari bahwa peningkatan kualitas sumber daya manusia merupakan elemen penting untuk memperkuat daya saing negara. Di tahun 2003, penegasan mengenai aspek kompetensi secara resmi diatur dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan, khususnya pada Pasal 18, yang menginstruksikan untuk mendirikan lembaga sertifikasi kompetensi kerja. Instruksi ini direalisasikan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2004 yang secara resmi mendirikan Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) sebagai lembaga independen di bawah Presiden.

Sejak awal pembentukannya, BNSP telah mengalami kemajuan dalam berbagai aspek, termasuk sistem regulasi, lingkup sertifikasi, dan kapasitas organisasi. Pada tahap awal, fokus sertifikasi hanya terbatas pada sektor ketenagakerjaan, tetapi seiring dengan berjalannya waktu, BNSP memperluas bidang pengakuan kompetensi ke banyak profesi lainnya, seperti teknologi informasi, pendidikan vokasi, industri kreatif, keamanan siber, kesehatan, pangan, hingga pariwisata. Perkembangan ini memberikan dorongan bagi tenaga kerja Indonesia untuk bersaing di pasar kerja global, serta mendukung mobilitas tenaga kerja di era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA).

2. Struktur Organisasi dan Fungsi Utama BNSP

Struktur organisasi BNSP disusun untuk mendukung implementasi kebijakan sertifikasi kompetensi di seluruh negeri. Secara keseluruhan, BNSP terdiri dari:

1) Ketua, Wakil Ketua, dan Anggota BNSP

Bertanggung jawab untuk menetapkan kebijakan, peraturan, pengawasan, dan jaminan kualitas sertifikasi di tingkat nasional.

2) Sekretariat BNSP

Mengurus urusan administrasi, pengelolaan, penyusunan kebijakan, serta koordinasi antar lembaga.

3) Komite/Unit Teknis

Terdiri dari komite lisensi, komite jaminan mutu, komite standar, dan komite pengembangan skema.

Struktur ini memungkinkan BNSP untuk melaksanakan tugas utama, yakni:

- a. menentukan sistem dan panduan sertifikasi kompetensi,
- b. mengeluarkan, memperpanjang, atau mencabut izin untuk LSP,
- c. menentukan dan memelihara standar kompetensi (SKKNI dan standar okupasi),
- d. mengawasi pelaksanaan sertifikasi oleh LSP,

- e. memastikan kredibilitas dan akuntabilitas hasil sertifikasi di tingkat nasional maupun internasional.

1.2. Lembaga Sertifikasi Profesi

Lembaga sertifikasi profesi yang selanjutnya disingkat LSP, adalah lembaga pelaksana kegiatan sertifikasi kompetensi profesi yang mendapatkan lisensi dari BNSP. LSP merupakan kepanjangan tangan dari BNSP untuk melaksanakan tugas melaksanakan sertifikasi kompetensi kerja atas nama BNSP, yang bertanggungjawab dalam hal keputusan-keputusan sertifikasi kompetensi kerja termasuk pemberian, pemeliharaan, perpanjangan, penambahan dan pengurangan ruang lingkup sertifikasi, pembekuan hingga pencabutan sertifikasi. LSP harus memenuhi 10 (sepuluh) aspek yang ditetapkan oleh BNSP yaitu: (1) memiliki legalitas dalam bentuk badan hukum seperti Perseroan Terbatas, Yayasan, atau jika milik suatu lembaga pemerintah dengan sendirinya badan hukumnya adalah lembaga pemerintah tersebut; (2) bertanggungjawab dalam keputusan sertifikasi, dan tidak dapat melimpahkan wewenang keputusan sertifikasi; (3) melaksanakan manajemen ketidakberpihakan, dan (4) memiliki sumber pendanaan yang diperlukan untuk pelaksanaan proses sertifikasi dan memiliki aturan yang memadai untuk menutupi pertanggunggugatan terkait sertifikasi. (BNSP Republik Indonesia, 2014)

LSP harus memastikan tersedianya skema sertifikasi untuk setiap kategori sertifikasi kompetensi profesi, dimana skema sertifikasi yang menjadi ruang lingkup LSP harus sesuai dengan kategori LSP. Apabila belum tersedia skema sertifikasi, LSP harus menyusun skema sertifikasi yang mampu telusur terhadap standar kompetensi kerja dan mengacu pada kemasam Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) atau Okupasi Nasional yang terdapat di dalam Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) atau kemasam yang telah ditetapkan oleh instansi teknis (Badan Nasional Sertifikasi Profesi, 2017).

Pada kegiatan operasionalnya LSP harus memiliki personil untuk melaksanakan tugas manajemen, administratif, dan uji kompetensi. Personil tersebut diantaranya: (1) Dewan Pengarah, yang terdiri dari Ketua Dewan Pengarah dan anggota; (2) Badan Pelaksana, yang terdiri dari Ketua atau Direktur LSP, Manajer Mutu, Manajer Sertifikasi, Manajer Administrasi, dan manajer lainnya yang dianggap perlu; (3) Asesor Kompetensi; dan (4) Komite Teknis atau Tim Pemutus sebagai Pengambil Keputusan Hasil Asesmen.

1.3. SKKNI, KKNI, dan Standar Okupasi Nasional

Dalam lingkungan sertifikasi profesi, standar kompetensi adalah komponen yang sangat penting. BNSP mengimplementasikan beberapa jenis standar:

1. SKKNI (Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia)

Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) merupakan deskripsi mengenai kemampuan kerja yang meliputi pengetahuan, keterampilan, dan/atau keahlian serta sikap profesional yang berkaitan dengan pelaksanaan tugas dan kualifikasi jabatan yang telah ditentukan.

SKKNI disusun setelah berdiskusi dengan industri yang relevan, guna memastikan bahwa itu sesuai dengan kebutuhan di dunia kerja. SKKNI digunakan terutamanya dalam merencanakan dan melaksanakan pelatihan kerja, mengevaluasi hasil pelatihan, serta menilai tingkat keterampilan dan keahlian terbaru yang dimiliki individu. SKKNI ditetapkan oleh Menteri Ketenagakerjaan. (Direktorat Bina Standardisasi Kompetensi dan Program Pelatihan, 2018b)

SKKNI merupakan pedoman kompetensi yang disusun secara nasional dengan melibatkan berbagai pihak seperti industri, akademisi, pengatur, dan asosiasi profesi. SKKNI mengatur pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang perlu dikuasai dalam bidang tertentu.

2. KKNi (Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia) sebagai Penyetaraan Jenjang

Disusun berdasarkan Perpres Nomor 8 Tahun 2012, KKNi menetapkan tingkatan kualifikasi dari level 1 hingga level 9.

SKKNI sering dikaitkan dengan KKNi untuk menghubungkan kesetaraan kompetensi dengan kerangka kualifikasi internasional.



Gambar 1.1. Kesetaraan KKNi dengan Jenjang Pendidikan

Sumber : (Siti Syamsiah, 2015)

Setiap tingkat kualifikasi dalam KKNi memiliki kesetaraan dengan hasil pembelajaran yang diperoleh melalui pendidikan, pelatihan praktis, atau pengalaman kerja. Penyetaraan capaian pembelajaran melalui pendidikan dengan jenjang KKNi. Penyetaraan hasil belajar yang diperoleh dari pendidikan dengan tingkat kualifikasi dalam KKNi terdiri dari:

- Lulusan pendidikan dasar (SMP) setara dengan tingkat 1;
- Lulusan pendidikan menengah (SMA) paling sedikit setara dengan tingkat 2;
- Lulusan Diploma 1 paling rendah setara dengan tingkat 3;
- Lulusan Diploma 2 paling rendah setara dengan tingkat 4;
- Lulusan Diploma 3 paling sedikit setara dengan tingkat 5;
- Lulusan Diploma 4 atau Sarjana Terapan dan Sarjana paling sedikit setara dengan tingkat 6;
- Lulusan Magister Terapan dan Magister paling sedikit setara dengan tingkat 8;
- Lulusan Doktor Terapan dan Doktor setara dengan tingkat 9;
- Lulusan pendidikan profesi setara dengan tingkat 7 atau 8;
- Lulusan pendidikan spesialis setara dengan tingkat 8 atau 9.

Ketentuan lebih lanjut mengenai penerapan KKNI dalam jalur pendidikan diatur melalui Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 73 Tahun 2013 tentang Penerapan KKNI dalam Pendidikan Tinggi.

Penyetaraan capaian pembelajaran melalui pelatihan kerja/pengalaman kerja dengan jenjang KKNI. Penyetaraan hasil pembelajaran yang dihasilkan melalui pelatihan kerja atau pengalaman kerja dengan tingkat kualifikasi dalam KKNI dilakukan melalui sertifikasi kompetensi yang dihasilkan dari uji kompetensi sesuai dengan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI).

Tingkat kualifikasi dalam setiap bidang pekerjaan di suatu sektor atau lapangan usaha dirumuskan oleh tim yang ditunjuk oleh Komite Standar Kompetensi di Kementerian atau Lembaga yang berkaitan dengan sektor tersebut. Tim ini berasal dari dunia usaha atau perwakilan kelompok industri yang serupa. Penentuan tingkat kualifikasi didasarkan pada kriteria yang meliputi ruang lingkup pekerjaan, keterampilan dan pengetahuan, kemampuan dalam memproses informasi, tanggung jawab, serta sikap saat melaksanakan pekerjaan. Kualifikasi di setiap bidang pekerjaan disusun berdasarkan fungsi bisnis dan atau jabatan dalam suatu sektor.

Jika ada bidang pekerjaan dalam suatu sektor yang tidak memiliki sembilan tingkat kualifikasi, maka tingkat kualifikasi untuk bidang pekerjaan tersebut dapat dibuat tidak dalam sembilan tingkat dan tidak harus dimulai dari tingkat satu atau diakhiri pada tingkat sembilan. Setiap tingkat kualifikasi terdiri dari unit-unit kompetensi yang telah ditetapkan menjadi SKKNI oleh Menteri Ketenagakerjaan. Penetapan unit kompetensi dalam suatu tingkat kualifikasi dilakukan berdasarkan pedoman kemasan inti dan pilihan.

Tingkat kualifikasi untuk suatu bidang pekerjaan yang telah dirumuskan oleh tim perumus akan diverifikasi oleh Kementerian Ketenagakerjaan dan kemudian ditetapkan oleh Menteri atau Kepala Lembaga teknis yang bersangkutan.

Penerapan KKNi dalam setiap sektor atau bidang profesi ditetapkan oleh kementerian atau lembaga yang mengurus sektor atau bidang profesi tersebut sesuai dengan kewenangannya.

Ketentuan lebih lanjut mengenai penerapan KKNi dalam jalur pelatihan kerja atau pengalaman kerja diatur melalui Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 21 Tahun 2014 tentang Pedoman Penerapan KKNi. (Direktorat Bina Standardisasi Kompetensi dan Program Pelatihan, 2018a)

3. Standar Okupasi Nasional/Industri

Selain standar dalam SKKNI, sektor tertentu juga dapat mengambil standar berikut:

a. Standar khusus untuk industri

Standar khusus atau Standar Kompetensi Khusus (SKK) untuk industri merupakan seperangkat ketentuan, pedoman, dan spesifikasi teknis yang disusun secara spesifik oleh sektor industri tertentu untuk memastikan bahwa tenaga kerja yang terlibat mampu memenuhi kebutuhan kompetensi sesuai karakteristik pekerjaan. Industri seperti manufaktur, perhotelan, otomotif, telekomunikasi, pendidikan, hingga teknologi informasi sering mengembangkan standar kompetensi internal atau sektoral yang lebih rinci daripada standar nasional. Standar ini dibentuk oleh asosiasi profesi,

kelompok industri, atau konsorsium perusahaan untuk menjawab kebutuhan keterampilan yang berkembang sangat cepat.

Dalam konteks teknologi informasi pada proses sertifikasi, standar industri berfungsi sebagai acuan utama dalam merancang skema sertifikasi, perangkat asesmen, modul pelatihan, dan indikator penilaian. Industri digital misalnya menetapkan standar keterampilan seperti software testing, cybersecurity operations, cloud administration, atau data analytics yang tidak selalu tercantum secara detail dalam standar pemerintah. Oleh karena itu, penyedia platform sertifikasi harus mampu menyesuaikan instrumen asesmen dengan kebutuhan kompetensi tersebut, termasuk integrasi simulasi, virtual lab, atau alat uji otomatis.

Standar industri juga memiliki sifat dinamis dan fleksibel. Ketika teknologi, perangkat, atau metode kerja berubah, standar tersebut diperbarui secara berkala oleh komunitas atau asosiasi profesinya. Hal ini menuntut sistem sertifikasi berbasis TI untuk mampu melakukan pembaruan konten asesmen secara cepat melalui dashboard administrasi atau modul pembaruan perangkat asesmen. Dengan demikian, proses sertifikasi dapat berlangsung relevan dengan perkembangan industri dan menghasilkan tenaga kerja yang kompetitif.

Lebih jauh lagi, standar khusus industri sering digunakan sebagai dasar dalam kerja sama antara LSP dan dunia usaha. Sertifikasi yang mengikuti standar industri dianggap lebih kredibel karena langsung sesuai dengan kebutuhan lapangan kerja. Hal ini membuka peluang bagi platform digital untuk menyediakan asesmen adaptif, competency-based testing, maupun integrasi dengan platform HR perusahaan, sehingga proses sertifikasi dapat tersambung langsung dengan proses rekrutmen dan peningkatan kualitas tenaga kerja.

b. Standar internasional (seperti ISO, IMI, IEEE)

Standar internasional merupakan pedoman global yang diterbitkan oleh organisasi standardisasi seperti ISO (International Organization for Standardization), IMI (Institute of Motor Industry), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), serta lembaga lain yang menetapkan standar profesi di berbagai bidang. Standar internasional bertujuan menyelaraskan kompetensi tenaga kerja agar dapat diterima secara global, memfasilitasi mobilitas profesional, dan memastikan kualitas yang konsisten dalam berbagai industri lintas negara.

Dalam konteks sertifikasi berbasis teknologi informasi, standar seperti ISO/IEC 17024 (untuk lembaga sertifikasi

person), ISO 9001 (manajemen mutu), ISO 27001 (keamanan informasi), dan IEEE software engineering standards sangat relevan. Standar-standar ini memberikan kerangka proses, metodologi penilaian, dan pengendalian mutu yang harus diintegrasikan dalam sistem sertifikasi. Platform TI yang digunakan untuk asesmen perlu menerapkan kebijakan keamanan, enkripsi data, audit log, dan mekanisme validasi untuk memenuhi persyaratan tersebut.

Penerapan standar internasional juga berdampak pada penyusunan skema sertifikasi. Misalnya, standar IMI untuk otomotif modern mengatur kompetensi terkait kendaraan elektrik, sistem baterai, dan diagnosis canggih. Demikian pula, standar IEEE mengatur praktik terbaik dalam pengembangan perangkat lunak, pengujian, dan manajemen proyek teknologi. LSP yang mengadopsi standar internasional harus memastikan bahwa sistem asesmennya mampu mendukung evaluasi kompetensi secara komprehensif, termasuk integrasi dengan virtual lab, simulasi, dan sistem praktik kerja yang sesuai.

Penerapan standar internasional memberikan nilai tambah signifikan karena sertifikat kompetensi yang merujuk pada standar global lebih mudah diakui oleh perusahaan multinasional. Dalam hal ini, platform TI berperan penting sebagai fasilitator asesmen yang objektif, terdokumentasi

dengan baik, serta konsisten dengan persyaratan standar internasional. Hal ini memperkuat kredibilitas LSP, meningkatkan peluang kerja peserta, dan mendorong peningkatan kualitas SDM Indonesia menuju standar global.

c. Standar okupasi dari pemerintah daerah atau kementerian tertentu

Standar okupasi dari pemerintah daerah atau kementerian merupakan standar kompetensi yang dikembangkan oleh instansi pemerintah untuk mendukung kebutuhan tenaga kerja di sektor-sektor strategis nasional maupun daerah. Dalam konteks Indonesia, standar ini dapat berupa Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI), Standar Kompetensi Kerja Khusus (SK3), atau standar lain yang ditetapkan oleh kementerian teknis seperti Kementerian Perindustrian, Kementerian Kominfo, Kementerian Pariwisata, hingga pemerintah provinsi dan kabupaten/kota.

Standar okupasi pemerintah memiliki kekuatan regulatif karena menjadi dasar dalam penyusunan kurikulum pelatihan, pengembangan skema sertifikasi LSP, serta panduan pelaksanaan asesmen. Dengan demikian, platform teknologi informasi yang digunakan dalam proses sertifikasi harus mampu menampung struktur unit kompetensi, elemen

kompetensi, kriteria unjuk kerja, dan bukti asesmen sesuai standar pemerintah. Modul digital seperti formulir asesmen elektronik, daftar cek kompetensi, dan portofolio digital harus mencerminkan isi standar secara akurat.

Selain itu, standar okupasi pemerintah sering menjadi acuan dalam program nasional seperti pemagangan industri, peningkatan kompetensi tenaga kerja, hingga program sertifikasi berbasis kebutuhan daerah. Dalam implementasi berbasis TI, sistem sertifikasi harus mendukung pelaporan otomatis kepada kementerian terkait, integrasi dengan database nasional seperti Sisfo BNSP, serta mekanisme audit dan verifikasi sesuai prosedur pemerintah. Hal ini memastikan proses sertifikasi tetap berada dalam kerangka akuntabilitas dan kepatuhan regulatif.

Di tingkat daerah, standar okupasi memungkinkan penyesuaian kebutuhan kompetensi dengan potensi ekonomi lokal. Misalnya standar kompetensi pariwisata untuk daerah destinasi wisata, standar pertanian untuk daerah agraris, atau standar UMKM kreatif untuk kota-kota dengan industri ekonomi kreatif. Platform asesmen berbasis digital mempermudah daerah dalam melaksanakan sertifikasi massal, memonitor perkembangan kompetensi tenaga kerja, dan mendokumentasikan hasil asesmen secara terintegrasi. Dengan demikian, standar okupasi pemerintah berperan

penting dalam mendukung pembangunan ekonomi berbasis kompetensi.

Standar-standar tersebut menjadi acuan fundamental bagi Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) dalam merancang dan menyusun skema sertifikasi yang relevan, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan. Setiap standar—baik standar khusus industri, standar internasional, maupun standar okupasi dari kementerian atau pemerintah daerah—memberikan pedoman yang jelas mengenai kompetensi apa saja yang wajib dimiliki oleh seorang tenaga kerja pada bidang tertentu. Dengan berpedoman pada standar tersebut, LSP mampu memastikan bahwa unit-unit kompetensi yang disusun dalam skema sertifikasi benar-benar mencerminkan kebutuhan dunia kerja serta perkembangan teknologi dan industri terkini.

Selain itu, standar berfungsi sebagai instrumen harmonisasi antara lembaga pendidikan, pelatihan, dan kebutuhan industri. Ketika skema sertifikasi dibangun berdasarkan standar yang diakui secara nasional atau internasional, maka kualitas asesmen menjadi lebih objektif dan konsisten. Hal ini memungkinkan hasil sertifikasi yang diterbitkan LSP memiliki kredibilitas lebih tinggi dan mudah diterima oleh pelaku industri, lembaga pemerintah, maupun organisasi profesi. Dengan demikian, standar tidak hanya

menentukan struktur skema sertifikasi, tetapi juga memastikan bahwa proses asesmen yang dilakukan oleh asesor berjalan sesuai kaidah profesionalisme dan integritas.

Dalam konteks transformasi digital dan dinamika pasar tenaga kerja, keberadaan standar sebagai acuan skema sertifikasi semakin penting. Standar membantu LSP menyesuaikan skema dengan kompetensi masa kini, seperti kompetensi digital, keamanan siber, kecerdasan buatan, ataupun teknologi berbasis cloud. Dengan mengikuti standar tersebut, LSP dapat menyediakan skema sertifikasi yang adaptif, relevan, dan menjawab kebutuhan industri yang terus berkembang. Dengan kata lain, standar tidak hanya berperan sebagai pedoman teknis, tetapi juga sebagai pilar kualitas dan daya saing sertifikasi kompetensi nasional.

1.4. Prosedur Sertifikasi Profesi

Proses sertifikasi profesi di Indonesia dilakukan dengan berdasarkan prinsip objektivitas, validitas, reliabilitas, dan berfokus pada bukti yang ada. Sesuai dengan pedoman BNSP dan praktik standar LSP, prosedur sertifikasi umumnya mencakup beberapa langkah berikut:

1. Pendaftaran dan Verifikasi Administratif

Peserta yang akan mengikuti sertifikasi (asesi) mendaftar ke LSP sesuai dengan skema sertifikasi yang dipilih. Dokumen

yang perlu diverifikasi biasanya mencakup identitas, bukti pendidikan atau pelatihan, pengalaman kerja, serta dokumen penunjang lainnya. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa asesi memenuhi syarat awal untuk mengikuti asesmen.

2. Pra-Asesmen

Asesor yang ditunjuk melakukan evaluasi awal terhadap dokumen asesi untuk menilai kelayakan mengikuti asesmen. Pada tahap ini, asesor dapat meminta penjelasan tambahan atau bukti kompetensi lainnya. Jika asesi dinyatakan memenuhi syarat, mereka akan dijadwalkan untuk mengikuti asesmen.

3. Pelaksanaan Asesmen Kompetensi

Asesmen dilakukan dengan menggunakan berbagai metode sesuai dengan standar BNSP, seperti observasi langsung, ujian tertulis, praktik kerja, wawancara, dan portofolio. Asesor kompetensi mengevaluasi berdasarkan kriteria performa pada unit kompetensi dalam skema sertifikasi. Proses asesmen harus terdokumentasi dan mengacu pada prinsip yang adil, valid, and reliable, serta fleksibel.

4. Keputusan dan Rekomendasi Asesmen

Setelah proses asesmen selesai, asesor memberikan rekomendasi hasil: Kompeten atau Belum Kompeten. Rekomendasi ini diserahkan kepada LSP untuk diputuskan secara resmi melalui mekanisme tinjauan dan verifikasi.

5. Penerbitan Sertifikat Kompetensi

Jika asesi dinyatakan kompeten, LSP dapat mengajukan penerbitan sertifikat kepada BNSP sesuai dengan pedoman yang ada. Sertifikat tersebut dikeluarkan atas nama BNSP dan memiliki masa berlaku nasional selama periode tertentu, biasanya tiga tahun, tergantung pada skema atau regulasi yang berlaku.

6. Surveilans dan Sertifikasi Ulang

Beberapa skema membutuhkan surveilans atau sertifikasi ulang untuk memastikan bahwa kompetensi tetap relevan. Langkah ini penting, terutama untuk sektor yang mengalami kemajuan teknologi atau perubahan regulasi yang cepat.

1.5. Tempat Uji Kompetensi dan Persyaratannya

Tempat Uji Kompetensi (TUK) adalah komponen krusial dalam pelaksanaan sertifikasi kompetensi yang diatur oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP). Dalam sistem sertifikasi yang berlaku di tingkat nasional, TUK berfungsi sebagai lokasi resmi untuk melakukan asesmen, yang meliputi ruang fisik, laboratorium, fasilitas industri, atau ruang digital yang dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan pengujian kompetensi. BNSP menetapkan bahwa TUK harus memenuhi standar tertentu untuk memastikan keabsahan, keandalan, dan kredibilitas proses asesmen. TUK lebih dari sekadar tempat, tetapi juga berfungsi sebagai sistem pendukung untuk memastikan asesmen dilakukan sesuai dengan rencana dan tuntutan standar kompetensi.

Dalam pendekatan tradisional, TUK biasanya berupa ruang uji yang dilengkapi dengan peralatan praktik, alat asesmen, dokumen kerja, serta fasilitas penunjang lainnya sesuai kebutuhan skema. Namun, kemajuan teknologi dan tuntutan efisiensi telah mendorong lahirnya TUK digital yang menggunakan teknologi informasi untuk melaksanakan asesmen jarak jauh. Pemanfaatan teknologi informasi ini tetap berpegang pada prinsip dasar asesmen yang berbasis kompetensi, di mana asesmen harus objektif, terstandar, berdasarkan bukti, dan dapat dipertanggungjawabkan. TUK digital memerlukan penyesuaian alat uji, mekanisme verifikasi identitas, metode observasi, dan sistem dokumentasi hasil asesmen agar tetap memenuhi standar yang telah ditentukan oleh BNSP.

Dalam konteks TUK jarak jauh, persyaratan utama yang perlu dipenuhi adalah tersedianya infrastruktur teknologi informasi yang handal. Infrastruktur ini meliputi koneksi internet yang stabil, perangkat komputer atau gawai yang sesuai, kamera untuk observasi langsung, perangkat perekam audio-visual, serta platform asesmen yang aman. TUK digital juga perlu memastikan bahwa sistem yang digunakan mampu mengelola data asesmen dengan aman, termasuk fitur untuk mencegah manipulasi, enkripsi data, dan penyimpanan log aktivitas. Persyaratan teknis ini ditetapkan tidak hanya untuk mendukung pelaksanaan

asesmen, tetapi juga untuk menjaga integritas dari proses sertifikasi.

Persyaratan lainnya berkaitan dengan kesiapan prosedural dan administratif. Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) dan TUK harus menyediakan prosedur asesmen jarak jauh yang terjamin dokumentasinya, termasuk cara verifikasi identitas asesi, mekanisme penjadwalan, standar penggunaan platform digital, serta panduan untuk menghadapi gangguan teknis. Dalam asesmen praktik atau demonstrasi kerja, TUK digital juga diwajibkan memberikan petunjuk yang memungkinkan asesor bisa melakukan observasi dengan jelas, baik melalui kamera dengan berbagai sudut, simulasi virtual, maupun lingkungan digital berbasis MUVE (Multi-User Virtual Environment). Mekanisme ini memastikan bahwa proses asesmen tetap berbasis bukti dan memenuhi prinsip validitas serta otentisitas dari BNSP.

Dalam pelaksanaan asesmen jarak jauh, asesor memegang peran penting untuk memastikan bahwa bukti kompetensi yang didapat melalui TUK digital dapat diverifikasi dan dievaluasi secara objektif. Oleh karena itu, TUK harus menyediakan ruang kerja digital yang memungkinkan asesor melakukan observasi langsung, memberikan instruksi, meminta penjelasan, memeriksa portofolio digital, dan memastikan bahwa tidak ada intervensi luar yang dapat memengaruhi hasil asesmen. Untuk skema yang membutuhkan simulasi dengan risiko tinggi atau peralatan

praktik tertentu, TUK digital dapat mengintegrasikan teknologi seperti simulasi 3D, augmented reality (AR), atau platform MUVE yang mampu mereplika kondisi kerja nyata secara real-time.

Akhirnya, kehadiran TUK digital menawarkan kesempatan besar untuk menyebarkan akses sertifikasi kompetensi di seluruh Indonesia, termasuk di daerah-daerah yang susah dijangkau oleh fasilitas fisik. Dengan adanya standar infrastruktur dan prosedur yang sesuai, TUK jarak jauh dapat memberikan penilaian yang efektif, efisien, dan tetap terpercaya sesuai dengan regulasi BNSP. Perubahan ini mendukung arah kebijakan nasional dalam proses digitalisasi sertifikasi kompetensi serta memperkuat daya saing tenaga kerja Indonesia di tengah revolusi industri 4.0. Di samping itu, integrasi teknologi informasi dalam TUK digital menciptakan peluang untuk mengembangkan ekosistem penilaian masa depan yang lebih inklusif, aman, dan dapat beradaptasi dengan kemajuan teknologi.

1.6. Sertifikasi Kompetensi Jarak Jauh (SJJ)

Pada pelaksanaan Sertifikasi Kompetensi Jarak Jauh (SJJ), terdapat sembilan hal yang harus diperhatikan dalam rangka penjaminan mutu sertifikasi kompetensi jarak jauh. Diantaranya: (1) skema dan metode asesmen; (2) persyaratan teknis tempat uji kompetensi (TUK); (3) verifikasi TUK; (4) personil LSP harus

benar-benar siap untuk melaksanakan asesmen jarak jauh, mulai dari administrasi, asesor dan asesi; (5) pemenuhan standar asesmen jarak jauh tidak boleh keluar dari standar asesmen; (6) teknologi yang digunakan sebagai sumber daya penting dalam pelaksanaan asesmen jarak jauh; (7) kebijakan mitigasi resiko, jika terjadi kendala dalam hal kesalahan atau gangguan teknologi dan jaringan internet; (8) prosedur banding jarak jauh; dan (9) SOP sertifikasi jarak jauh yang menggambarkan prosedur pelaksanaan asesmen jarak jauh (Miftakul Azis, 2020). Berdasarkan Surat Edaran BNSP No. SE.007/BNSP/V/2023, persyaratan pelaksanaan SJJ meliputi: (1) Sumber Daya Kebijakan yang meliputi, SOP Melayani Pelaksanaan Kegiatan Sertifikasi Kompetensi Jarak Jauh; SOP Melaksanakan Asesmen Jarak Jauh; SOP Verifikasi TUK Jarak Jauh; dan SOP Banding Jarak Jauh; (2) Sumber daya personil, untuk memastikan LSP memiliki operator dan telah melakukan sosialisasi ke pengguna asesor, komite teknis, dan media panduan untuk peserta; (3) Sumber Daya Sarana dan Prasarana LSP dalam pengelolaan pelaksanaan SJJ yang meliputi ketersediaan Server, PC/ Laptop, Printer, Scanner, Internet minimal 10 Mbps, dan ruang operasional SJJ.

1.7. Tantangan Masa Depan

Pelaksanaan uji kompetensi oleh Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) pada dasarnya berpedoman pada Standard

Operational Procedure (SOP) Melaksanakan Asesmen yang disusun oleh masing-masing LSP berdasarkan ketentuan Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP). Termasuk di dalamnya, persyaratan Tempat Uji Kompetensi (TUK) harus dirumuskan oleh LSP berdasarkan detail kebutuhan teknis yang tercantum dalam Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) untuk setiap paket atau skema sertifikasi. Secara konseptual, pedoman tersebut seharusnya mampu memastikan keseragaman kualitas asesmen, mulai dari fasilitas TUK, perangkat praktik, hingga instrumen penilaian yang digunakan.

Namun dalam praktiknya, implementasi persyaratan TUK sering kali menunjukkan variasi signifikan antara satu LSP dengan LSP lainnya. Perbedaan ini bisa muncul karena keterbatasan sarana dan prasarana, perbedaan interpretasi terhadap standar teknis, hingga ketersediaan peralatan praktik yang tidak sama pada masing-masing TUK. Kondisi ini menyebabkan standar capaian kompetensi sulit dipastikan seragam dalam setiap pelaksanaan uji kompetensi. Variasi pemenuhan perangkat atau bahan praktik di lapangan menjadi salah satu sumber ketidakkonsistenan mutu sertifikasi antar-LSP, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kepercayaan industri terhadap hasil sertifikasi yang dikeluarkan.

Kelemahan tersebut mendorong urgensi pengembangan solusi inovatif yang dapat menstandarkan proses observasi unjuk

kerja, terlepas dari kondisi fisik TUK. Salah satu pendekatan yang berpotensi besar adalah pemanfaatan platform berbasis teknologi Virtual Reality (VR) dalam bentuk Multi-User Virtual Environment (MUVE). Dengan platform ini, seluruh peserta uji dapat berinteraksi dengan perangkat atau peralatan praktik berbasis objek 3D secara konsisten, meskipun berasal dari TUK atau LSP yang berbeda. Teknologi VR memungkinkan simulasi yang sangat mendekati kondisi nyata, sehingga asesor dapat melakukan observasi unjuk kerja secara objektif dan seragam tanpa bergantung pada ketersediaan peralatan fisik.

Teknologi VR sendiri telah berkembang secara signifikan sejak tahun 1990-an, sebagaimana ditunjukkan oleh publikasi jurnal ilmiah seperti Virtual Reality yang telah terbit sejak 1995. Perkembangannya semakin pesat ketika VR diintegrasikan dengan konsep Augmented Reality (AR) dan Mixed Reality (MR), yang memungkinkan penggabungan elemen dunia nyata dengan elemen virtual. Meskipun teknologi ini telah digunakan secara luas dalam dunia pendidikan, industri, dan hiburan, pemanfaatannya dalam konteks uji kompetensi masih sangat terbatas. Padahal, kemampuan VR dalam memvisualisasikan objek secara tiga dimensi dan menciptakan pengalaman interaktif yang realistis membuka peluang besar untuk menyajikan simulasi praktik yang presisi, aman, dan seragam.

Dengan demikian, tantangan masa depan sertifikasi kompetensi tidak hanya terletak pada upaya menjaga integritas dan kualitas asesmen, tetapi juga pada kemampuan lembaga sertifikasi untuk mengadopsi teknologi yang mampu mengatasi keterbatasan fisik dan variasi standar di lapangan. Pengembangan platform VR berbasis MUVE berpotensi menjadi langkah strategis untuk memastikan kesetaraan mutu asesmen di seluruh Indonesia, sekaligus membawa sistem sertifikasi kompetensi nasional memasuki era digital yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

Teknologi Digital pada Proses Sertifikasi Kompetensi

2.1. Teknologi Digital pada Proses Pendaftaran

1. Formulir Pendaftaran Online

Pemanfaatan teknologi informasi dalam proses pendaftaran sertifikasi kompetensi telah mengubah cara pendaftar mengakses layanan sertifikasi. Formulir online memungkinkan calon peserta melakukan registrasi kapan saja dan dari mana saja tanpa batasan geografis. Platform digital memberikan kemudahan bagi pendaftar untuk mengisi data diri, mengunggah dokumen persyaratan, serta memilih skema sertifikasi melalui antarmuka yang user-friendly. Dengan begitu, proses administrasi dapat berlangsung lebih cepat dan tepat.

Formulir online juga meningkatkan akurasi data karena sistem dapat melakukan validasi otomatis terhadap informasi yang dimasukkan. Misalnya, pengecekan format nomor identitas, validasi tanggal, dan verifikasi kelengkapan dokumen. Hal ini mengurangi potensi kesalahan entry dan meminimalisasi pekerjaan manual yang harus dilakukan oleh admin LSP. Proses verifikasi awal pun dapat berjalan lebih efisien karena data yang terkumpul telah tersusun secara terstruktur dalam basis data sistem.

Selain itu, formulir online memberi transparansi kepada pendaftar mengenai tahapan dan status pengajuan mereka. Sistem dapat menampilkan indikator progres sehingga pendaftar mengetahui apakah data mereka sudah lengkap, masih ditinjau, atau harus diperbaiki. Dengan demikian, proses pendaftaran menjadi lebih efektif, cepat, dan akuntabel.

2. Notifikasi ke Pendaftar

Setelah pendaftar mengisi formulir dan mengunggah seluruh dokumen, sistem berbasis teknologi informasi menjalankan fungsi notifikasi otomatis. Notifikasi ini biasanya dikirimkan melalui email, SMS, atau pesan WhatsApp gateway. Tujuannya adalah memberikan konfirmasi bahwa pendaftaran telah diterima dan sedang diproses oleh LSP. Mekanisme ini menggantikan proses manual yang sebelumnya memerlukan waktu lebih lama dan berisiko terlewat.

Notifikasi juga digunakan sebagai media komunikasi resmi untuk memberi informasi lanjutan, seperti kebutuhan revisi dokumen, jadwal verifikasi, atau perubahan kebijakan. Dengan notifikasi otomatis, pendaftar tidak perlu terus-menerus menghubungi admin untuk menanyakan perkembangan berkas. Sistem akan memberikan pemberitahuan secara real-time setiap kali ada perubahan status.

Selain bersifat informatif, notifikasi membantu meningkatkan kualitas layanan karena pendaftar merasa diperhatikan dan dilibatkan dalam setiap tahap proses. Interaksi yang cepat dan responsif menciptakan citra profesional bagi LSP serta meningkatkan kepercayaan publik terhadap tata kelola sertifikasi kompetensi yang berbasis digital.

2.2. Teknologi Digital pada Proses Penjadwalan

1. Penetapan Tempat Uji Kompetensi

Penjadwalan Tempat Uji Kompetensi (TUK) yang semula dilakukan secara manual kini dapat dipermudah melalui sistem informasi penjadwalan berbasis web. Sistem dapat menampilkan daftar TUK beserta kapasitas, fasilitas, dan ketersediaan jadwal. Asesor dan admin LSP dapat melakukan penetapan TUK secara cepat dengan mempertimbangkan jumlah peserta, jenis skema, serta kebutuhan sarana prasarana. Informasi ini tersimpan secara terintegrasi sehingga meminimalkan konflik jadwal antar kegiatan.

Teknologi informasi memungkinkan TUK melakukan sinkronisasi data availability secara otomatis. Jika suatu TUK penuh pada tanggal tertentu, sistem akan menutup pilihan tersebut dan hanya menampilkan jadwal yang tersedia. Hal ini memastikan efisiensi perencanaan dan mencegah overbooking.

Proses ini sebelumnya sulit dilakukan secara manual tanpa risiko tumpang tindih jadwal.

Selain itu, penggunaan sistem digital mendukung pelaksanaan sertifikasi jarak jauh. Penetapan TUK daring (virtual TUK) dapat dilakukan untuk skema tertentu yang memungkinkan asesmen melalui video conference atau virtual simulation. Dengan demikian, TI membuka peluang akses sertifikasi yang lebih luas bagi peserta dari daerah terpencil.

2. Penetapan Asesor Penguji

Penerapan teknologi informasi juga mempermudah proses penetapan asesor penguji berdasarkan kualifikasi, kompetensi, serta ketersediaan waktu. Sistem informasi dapat menampilkan daftar asesor yang memiliki lisensi aktif sesuai skema, lengkap dengan status jadwal mereka. Admin LSP tinggal memilih asesor yang paling sesuai tanpa harus menghubungi satu per satu secara manual.

Dengan digitalisasi, penjadwalan asesor menjadi lebih transparan dan akuntabel. Sistem dapat mencegah penetapan asesor yang lisensinya sudah kedaluwarsa atau sedang berada dalam masa nonaktif. Selain itu, sistem mampu mencatat rekam jejak pelaksanaan asesmen oleh tiap asesor sehingga memudahkan perhitungan beban kerja serta monitoring kinerja asesor.

Melalui integrasi notifikasi otomatis, asesor yang ditetapkan akan menerima pemberitahuan jadwal tugas mereka secara real-time. Ini mengurangi risiko miskomunikasi dan memastikan bahwa semua pihak memahami peran dan waktu pelaksanaan asesmen dengan tepat.

3. Penetapan Komite Teknis/ Tim Pemutus

Teknologi informasi mendukung proses penetapan Komite Teknis atau Tim Pemutus sebagai bagian dari kontrol mutu proses sertifikasi. Sistem dapat mendaftarkan anggota komite beserta tugas, jadwal rapat, dan kewenangan mereka dalam meninjau hasil asesmen. Dengan platform digital, proses administrative approval menjadi lebih cepat dan mudah dilacak.

Penetapan Tim Pemutus melalui sistem juga memastikan tidak ada konflik kepentingan. Sistem dapat menandai anggota yang terlibat dalam asesmen tertentu agar tidak ditugaskan dalam proses peninjauan hasil untuk peserta yang sama. Ini meningkatkan integritas proses sertifikasi dan memastikan independensi penetapan keputusan.

Selain itu, teknologi informasi menyediakan ruang kolaborasi digital bagi komite untuk melakukan peninjauan dokumen, catatan asesmen, dan rekomendasi asesor. Meeting daring atau asynchronous review memungkinkan anggota

komite bekerja tanpa harus berkumpul secara fisik, sehingga proses menjadi lebih efisien.

4. Notifikasi (Pemberitahuan)

Notifikasi otomatis di dalam sistem penjadwalan berfungsi sebagai pengingat dan pemberitahuan bagi semua pihak yang terlibat. Peserta akan menerima jadwal asesmen, lokasi TUK, serta instruksi teknis pelaksanaan melalui email atau pesan lainnya. Asesor dan TUK juga menerima notifikasi yang sama untuk memastikan keselarasan informasi.

Melalui fitur ini, risiko keterlambatan maupun ketidakhadiran dapat ditekan drastis. Notifikasi juga berlaku untuk perubahan jadwal. Jika admin LSP melakukan reschedule, sistem akan langsung mengirimkan pemberitahuan ke seluruh stakeholder. Dengan demikian, proses menjadi lebih fleksibel namun tetap tertata.

Selain itu, notifikasi memastikan seluruh proses penjadwalan terdokumentasi dengan baik. Sistem menyimpan jejak digital (log) dari setiap pengiriman pesan, sehingga dapat digunakan sebagai bukti administratif bila sewaktu-waktu diperlukan.

5. Manajemen Surat Tugas

Sistem informasi mempermudah proses pembuatan dan manajemen Surat Tugas bagi asesor maupun anggota panitia.

Surat Tugas dapat di-generate secara otomatis berdasarkan data jadwal, nama asesor, skema, serta lokasi pelaksanaan. Dengan fitur ini, admin tidak perlu lagi membuat dokumen secara manual.

Penggunaan template digital memungkinkan konsistensi format dan kelengkapan isi Surat Tugas. Selain itu, dokumen dapat ditandatangani secara elektronik oleh pejabat LSP sehingga mempercepat proses birokrasi tanpa harus mencetak dan memindai dokumen. Proses ini lebih hemat waktu dan mengurangi penggunaan kertas.

Surat Tugas yang telah dibuat tersimpan pada sistem dan dapat diunduh kapan saja oleh asesor. Historinya tercatat sehingga memudahkan pelaporan beban kerja asesor serta penyusunan laporan kegiatan LSP kepada BNSP.

2.3. Teknologi Digital pada Proses Uji Kompetensi

1. Formulir Paperless

Dalam proses asesmen, formulir digital atau paperless menjadi inovasi penting yang meningkatkan efisiensi dan akurasi penilaian. Asesor dapat mengisi seluruh dokumen asesmen seperti AK, CL, IC, atau formulir observasi langsung melalui perangkat tablet atau laptop. Sistem juga melakukan validasi otomatis terhadap kolom wajib sehingga meminimalkan kesalahan administrasi.

Formulir paperless mempercepat proses pengarsipan. Dokumen tidak lagi memerlukan penyimpanan fisik dan dapat dicari kembali dalam hitungan detik melalui fitur pencarian. Selain itu, risiko kehilangan atau kerusakan dokumen menjadi jauh lebih kecil. Dengan demikian, proses asesmen menjadi lebih aman, cepat, dan ramah lingkungan.

Data formulir digital dapat langsung terintegrasi dengan laporan akhir dan rekomendasi asesor. Hal ini memperpendek alur kerja karena asesor tidak perlu melakukan input ulang atau menyerahkan dokumen fisik kepada panitia. Semua informasi telah tersimpan otomatis dalam sistem.

2. Video Conference

Pelaksanaan uji kompetensi melalui video conference menjadi solusi bagi skema yang memungkinkan asesmen jarak jauh. Teknologi video conference memungkinkan asesmen dilakukan tanpa pertemuan fisik, sesuai standar yang ditetapkan BNSP untuk asesmen daring. Calon peserta cukup mempersiapkan perangkat, jaringan internet stabil, serta ruang yang kondusif.

Asesor dapat melakukan wawancara, observasi simulasi, serta verifikasi portofolio melalui platform video conference seperti Zoom, Google Meet, atau sistem khusus LSP. Proses ini tetap mendukung prinsip keabsahan asesmen karena dapat

direkam sebagai bukti objektif. Rekaman tersebut tersimpan dalam sistem sebagai dokumentasi resmi.

Selain meningkatkan aksesibilitas, penggunaan video conference mengurangi biaya logistik seperti perjalanan, akomodasi, serta sewa ruang. Skema sertifikasi pun dapat menjangkau peserta dari berbagai daerah, termasuk wilayah terpencil yang sebelumnya sulit menerima layanan sertifikasi.

3. Praktek Unjuk Kerja dengan Simulator atau Virtual Lab

Teknologi simulasi atau virtual lab memungkinkan asesmen dilaksanakan tanpa harus menyediakan peralatan fisik yang mahal atau sulit dijangkau. Peserta dapat melakukan unjuk kerja melalui simulasi komputer yang telah dirancang menyerupai situasi nyata di dunia kerja. Hal ini sangat relevan untuk bidang seperti jaringan komputer, otomotif modern, keperawatan, hingga penerbangan.

Simulator dan virtual lab dapat mencatat setiap tindakan peserta secara otomatis, sehingga asesor memperoleh data objektif mengenai kinerja peserta. Penggunaan sistem seperti ini juga mengurangi bias penilaian serta meningkatkan standarisasi proses asesmen antar TUK.

Dengan teknologi simulasi, LSP dapat menguji kompetensi secara lebih aman dan efisien. Risiko kecelakaan dapat diminimalkan, dan asesmen dapat dilakukan kapan saja tanpa

harus menunggu fasilitas fisik tersedia. Ini menjadikan sertifikasi lebih fleksibel dan adaptif terhadap perkembangan teknologi industri.

4. Penilaian dan Pengisian Formulir Uji

Penilaian digital memungkinkan asesor mengisi hasil asesmen secara langsung di dalam sistem menggunakan perangkat elektronik. Sistem akan memberikan penghitungan otomatis terhadap skor atau status kompeten/tidak kompeten berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Penggunaan teknologi ini meminimalkan human error dalam proses rekapitulasi nilai.

Formulir digital juga menyediakan fitur unggah bukti asesmen seperti foto, video, rekaman suara, atau file lainnya. Semua bukti tersimpan dalam satu repositori yang terorganisir. Hal ini mempermudah proses verifikasi oleh Tim Pemutus karena seluruh informasi dapat diakses dengan cepat dan lengkap.

Selain itu, sistem mampu menghasilkan laporan asesmen secara otomatis berdasarkan data yang telah dimasukkan. Dengan demikian, asesor tidak perlu mengisi laporan secara manual dan dapat lebih fokus pada evaluasi kompetensi peserta.

2.4. Teknologi Digital pada proses Pelaporan

1. Sisfo BNSP

Sistem Informasi BNSP (Sisfo BNSP) merupakan platform utama yang digunakan LSP untuk melaporkan seluruh proses penyelenggaraan sertifikasi. Melalui sistem ini, LSP wajib memasukkan data peserta, asesor, skema sertifikasi, dan hasil asesmen untuk keperluan monitoring oleh BNSP. Proses ini memastikan bahwa seluruh kegiatan sertifikasi berjalan sesuai pedoman dan standar nasional.

Penggunaan Sisfo BNSP meningkatkan transparansi dan akuntabilitas LSP. Data yang dilaporkan dapat diverifikasi oleh BNSP secara langsung, sehingga mencegah manipulasi atau ketidaksesuaian pelaksanaan di lapangan. Selain itu, Sisfo BNSP memfasilitasi audit internal maupun eksternal melalui akses data yang terstruktur dan lengkap.

Dengan platform ini, BNSP juga dapat memantau statistik sertifikasi secara nasional. Laporan terkait jumlah peserta, tingkat kelulusan, sebaran asesor, dan aktivitas TUK dapat dijadikan dasar untuk merumuskan kebijakan peningkatan mutu sertifikasi kompetensi ke depan.

2. API BNSP

Selain pelaporan manual melalui dashboard, BNSP menyediakan API (Application Programming Interface) yang

memungkinkan integrasi antara sistem LSP dan sistem BNSP. Dengan adanya API, proses pelaporan dapat berjalan otomatis tanpa harus melakukan input manual satu per satu. Data peserta, asesor, jadwal asesmen, hingga hasil sertifikasi dapat dikirimkan secara instan melalui koneksi API.

Integrasi API mengurangi beban admin LSP dan meminimalkan risiko kesalahan input. Selain itu, API memungkinkan sistem LSP menampilkan status verifikasi dari BNSP secara langsung kepada pengguna, sehingga proses menjadi lebih transparan.

Dengan API ini, ekosistem sertifikasi menjadi lebih modern dan saling terhubung. LSP dapat mengembangkan sistem internal yang lebih canggih, sementara BNSP tetap memiliki kontrol penuh atas kualitas data yang diterima. Untuk saat ini, API BNSP hanya terbatas untuk LSP bidang konstruksi, namun ke depan tidak menutup kemungkinan layanan API ini akan tersedia untuk semua jenis LSP.

2.5. Teknologi Digital pada Proses Penerbitan Sertifikat

Kompetensi

1. e-Sertifikat Kompetensi

Proses penerbitan sertifikat kompetensi kini telah bertransformasi ke format digital (e-sertifikat). Sistem informasi memungkinkan pembuatan e-sertifikat dalam bentuk PDF yang

memuat nama peserta, nomor sertifikat, skema, masa berlaku, dan tanda tangan digital pejabat LSP. Proses ini mengurangi kebutuhan pencetakan fisik serta mempercepat penerbitan sertifikat kepada peserta.



Gambar 2.1. e-Sertifikat dengan QR Code
Sumber : LSP Ataki Konstruksi Indonesia, 2025

E-sertifikat dapat diunduh langsung dari sistem oleh peserta setelah proses asesmen selesai dan keputusan komite diterbitkan. Format PDF dipilih karena mudah dibuka melalui perangkat apa pun dan memiliki standar keamanan yang tinggi. Selain itu, e-sertifikat mempermudah proses verifikasi di lingkungan kerja atau lembaga pendidikan.

Penerapan tanda tangan digital dan QR Code (yang akan dibahas selanjutnya) menjadikan e-sertifikat lebih aman dan sulit dipalsukan. Dengan demikian, kualitas dan kepercayaan terhadap sertifikat kompetensi tetap terjaga meskipun formatnya digital.

2. Penomoran Sertifikat

Penomoran atau kodifikasi sertifikat kompetensi disusun menggunakan format standar nasional yang terdiri dari lima kelompok digit, yaitu 00000 0000 0 0000000 0000. Struktur penomoran ini bertujuan memastikan bahwa setiap sertifikat memiliki identitas unik yang mencerminkan jenis kompetensi, klasifikasi jabatan, jenjang kualifikasi, nomor urut penerbitan, serta tahun terbitnya sertifikat. Kelompok pertama terdiri dari lima digit yang menunjukkan Kode Klasifikasi Lapangan Usaha sesuai Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI). Digit pertama dan kedua menggambarkan golongan pokok, digit ketiga menunjukkan golongan, digit keempat menunjukkan

subgolongan, dan digit kelima menunjukkan kelompok kegiatan ekonomi. Apabila bidang tertentu hanya menggunakan tiga digit utama, digit tambahan dapat diisi dengan angka 0 atau 00 sesuai relevansi.

00000	0000	0	0000000	0000
1	2	3	4	5

Kelompok kedua terdiri dari empat digit, yang menunjukkan Kode Klasifikasi Jabatan berdasarkan International Standard Classification of Occupations (ISCO-88). Digit pertama menunjukkan golongan pokok, digit kedua menunjukkan subgolongan pokok, digit ketiga menunjukkan golongan, dan digit keempat menunjukkan subgolongan jabatan. Penggunaan kode ini memastikan bahwa jabatan yang dikaitkan dengan sertifikat memiliki kesesuaian dengan klasifikasi jabatan yang berlaku secara internasional.

Selanjutnya, kelompok ketiga berupa satu digit yang menunjukkan jenjang kualifikasi berdasarkan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Digit ini menggambarkan tingkatan kompetensi yang dicapai oleh asesi, mulai dari jenjang dasar hingga jenjang profesional tingkat lanjut. Setelah itu, kelompok keempat terdiri dari tujuh digit yang merupakan nomor urut penerbitan sertifikat, sehingga setiap sertifikat

memiliki identitas urutan yang unik dalam sistem penerbitan oleh lembaga sertifikasi.

Terakhir, kelompok kelima terdiri dari empat digit yang menunjukkan tahun penerbitan sertifikat. Dengan struktur penomoran yang komprehensif dan berlapis ini, setiap sertifikat kompetensi dapat diidentifikasi, diverifikasi, dan ditelusuri secara jelas berdasarkan sektor usaha, jabatan, jenjang kualifikasi, urutan penerbitan, serta periode berlakunya. Format ini tidak hanya memudahkan administrasi LSP, tetapi juga memastikan konsistensi penomoran sesuai regulasi nasional yang berlaku.

Selain nomor sertifikat, setiap pemegang sertifikat kompetensi juga memperoleh Nomor Registrasi, yaitu identitas administratif yang digunakan untuk mencatat peserta sertifikasi dalam sistem registrasi LSP dan BNSP. Penomoran atau kodifikasi registrasi ini disusun dalam format **000 001 00000 0000**, yang terdiri atas empat kelompok digit dengan fungsi yang berbeda. Struktur ini dirancang agar setiap pemegang sertifikat dapat dilacak berdasarkan sektor profesi, nomor lisensi LSP penerbit, urutan registrasi peserta, serta tahun registrasinya. Dengan demikian, nomor registrasi menjadi instrumen penting dalam menjaga keteraturan dokumentasi, memudahkan proses audit, dan meningkatkan transparansi penyelenggaraan sertifikasi kompetensi.

000 001 00000 0000

1 2 3 4

Kelompok pertama terdiri atas tiga digit huruf, yang menunjukkan kode sektor, subsektor, atau bidang profesi sesuai dengan SKKNI atau standar khusus yang digunakan. Kode ini merepresentasikan bidang kerja utama dari skema kompetensi. Contohnya, PAR untuk pariwisata, LOG untuk logam dan mesin, OTO untuk teknisi otomotif, LAB untuk teknologi laboratorium, atau KEU untuk sektor keuangan. Penggunaan kode huruf ini memudahkan pengelompokan sertifikat berdasarkan sektor industri serta memastikan bahwa pemegang sertifikat dapat ditelusuri sesuai bidang profesionalnya masing-masing.

Kelompok kedua merupakan tiga digit angka yang menyatakan nomor urut lisensi LSP sebagaimana dikeluarkan oleh BNSP. Nomor lisensi ini menjadi identitas resmi LSP penerbit sertifikat dan bersifat tetap selama masa berlaku lisensi. Sebagai contoh, LSP Teknologi Otomotif dapat memiliki nomor 001, LSP Teknologi Informasi 002, dan LSP Telapi 003, sesuai urutan lisensi yang diberikan BNSP. Dengan adanya identifikasi ini, setiap nomor registrasi secara otomatis menunjukkan LSP yang bertanggung jawab atas proses sertifikasi pemegang sertifikat tersebut.

Kelompok ketiga terdiri dari lima digit angka yang menunjukkan nomor urut peserta sertifikasi yang diregistrasikan pada tahun berjalan. Nomor ini diberikan secara berurutan sesuai peserta yang mendaftar dan memenuhi persyaratan registrasi sertifikat. Apabila tahun telah berganti, maka nomor urut akan kembali dimulai dari angka **00001**, sehingga pencatatan registrasi tetap terstruktur dan konsisten mengikuti periode tahunan.

Kelompok terakhir terdiri dari empat digit angka, yang menunjukkan tahun registrasi sertifikat, misalnya 2024 atau 2025. Penggunaan digit tahun dalam nomor registrasi memungkinkan pelacakan cepat terhadap periode penerbitan sertifikat, baik untuk keperluan audit, validasi, maupun analisis statistik. Dengan struktur empat kelompok tersebut, sistem registrasi menjadi lebih ringkas, sistematis, dan kompatibel dengan mekanisme pelaporan LSP kepada BNSP.

Secara keseluruhan, format nomor registrasi ini dirancang untuk mendukung akuntabilitas dan ketertelusuran pemegang sertifikat, sekaligus memastikan keterpaduan antara sektor profesi, lisensi LSP, urutan registrasi, dan tahun penerbitan. Format ini juga menjadi bagian penting dari sistem informasi sertifikasi yang terintegrasi, sehingga validasi sertifikat dapat dilakukan secara mudah, cepat, dan terstandar.

Teknologi informasi memungkinkan penomoran sertifikat dilakukan secara otomatis berdasarkan standar penomoran yang

ditetapkan oleh LSP atau mengacu pada ketentuan BNSP dalam Peraturan Badan Nasional Sertifikasi Profesi Nomor: 03/BNSP.302/X/2013 tentang Pedoman Penerbitan Sertifikat Kompetensi. Sistem dapat memastikan tidak ada duplikasi nomor sertifikat dan memberikan urutan yang sesuai dengan tahun, skema, atau TUK.

Proses penomoran otomatis memudahkan proses audit dan tracking. Setiap nomor sertifikat terhubung dengan data peserta dan hasil asesmen, sehingga memudahkan proses pengecekan jika terjadi dispute atau permintaan verifikasi. Selain itu, sistem dapat melakukan pengecekan validitas nomor sebelum sertifikat diterbitkan.

Dengan sistem digital, administrator tidak lagi perlu membuat nomor sertifikat secara manual, sehingga meminimalkan risiko salah input atau inkonsistensi format.

3. Verifikasi QR Code Sertifikat

QR Code pada e-sertifikat merupakan inovasi penting untuk menjamin keaslian dan kredibilitas dokumen. Ketika pemegang sertifikat atau pihak lain memindai QR Code, sistem akan menampilkan data resmi sertifikat langsung dari server LSP atau BNSP. Hal ini memastikan bahwa sertifikat tersebut benar-benar valid dan tidak dimanipulasi.

Penggunaan QR Code mempermudah pihak perusahaan, lembaga pendidikan, atau instansi pemerintah dalam memverifikasi kompetensi individu. Proses verifikasi dapat dilakukan dalam hitungan detik tanpa harus menghubungi LSP secara manual. Ini meningkatkan efisiensi, kecepatan layanan, serta mendorong kepercayaan pada sistem sertifikasi nasional.

Selain itu, QR Code juga mendukung keterbukaan informasi. Data yang ditampilkan dapat mencakup skema, masa berlaku, status sertifikat, dan nomor registrasi. Dengan demikian, teknologi informasi berperan penting dalam menjaga integritas sertifikasi kompetensi di era digital.

Basis Data Sertifikasi Profesi

Basis data merupakan komponen fundamental dalam Sistem Informasi Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP). Peraturan BNSP mengamanatkan bahwa setiap LSP wajib mengelola data sertifikasi secara aman, terintegrasi, dapat diaudit, dan mampu ditelusur (traceable). Seluruh data harus mendukung prinsip kredibilitas, reliabilitas, konsistensi proses sertifikasi, serta memastikan bahwa dokumen asesmen tersimpan sesuai masa retensi.

Struktur basis data pada `silsp_init.sql` secara jelas menunjukkan bahwa sistem informasi LSP telah dirancang untuk mengikuti alur resmi proses sertifikasi, mulai pendaftaran, verifikasi, asesmen, keputusan hasil, rapat komite teknis, hingga penerbitan sertifikat. Setiap tahapan memiliki tabel dan atribut yang secara langsung berhubungan dengan persyaratan BNSP. Berikut uraian lengkap setiap kategori data yang dikelola.

3.1. Data Pendaftar (Asesi)

Data asesi merupakan inti dari proses sertifikasi karena seluruh proses asesmen dimulai dari pendaftaran individu yang

mengajukan permohonan sertifikasi. Tabel utama yang menangani data ini adalah table asesi yang menyimpan:

- Nomor pendaftaran
- Identitas pribadi
- Alamat, kontak, dan data demografis
- Pendidikan terakhir
- Nomor KTP, data pekerjaan, kebangsaan
- Akun untuk login sistem

Dokumen persyaratan administratif dan bukti kompetensi disimpan dalam tabel:

- asesi_doc untuk dokumen APL-01
- asesi_apl02 dan asesi_apl02doc untuk APL-02 (bukti kompetensi)
- asesi_portfolio untuk portofolio
- asesi_asesmen untuk data asesmen per jadwal

Struktur ini sudah selaras dengan ketentuan BNSP bahwa setiap asesi wajib mengisi APL-01, menyediakan bukti APL-02, dan mengikuti asesmen berdasarkan skema yang dipilih.

3.2. Data Asesor

Asesor adalah pihak berwenang melakukan asesmen kompetensi. Data asesor tersimpan dalam tabel asesor yang memuat:

- Identitas asesor
- Nomor lisensi
- Masa berlaku lisensi

- Kompetensi asesor sesuai skema

Penugasan asesor mengikuti SOP BNSP, direfleksikan pada beberapa tabel:

- asesor_tugasskema → penugasan asesor per skema
- asesor_mapa1, asesor_mapa2 → keterlibatan dalam penyusunan dan validasi MAPA
- asesor_verifikatortuk → keterlibatan asesor dalam verifikasi TUK
- jadwal_asesor → penugasan asesor pada jadwal tertentu

Struktur ini memastikan akuntabilitas asesor dan telusur tugas sesuai standar BNSP.

3.3. Data TUK

TUK merupakan lokasi resmi pelaksanaan asesmen. Persyaratan TUK wajib mengacu pada skema_persyaratantuk dalam basis data.

- Tabel-tabel terkait antara lain:
- skema_persyaratantuk → daftar perlengkapan minimal TUK per skema
- admin_verifikatortuk & asesor_verifikatortuk → hasil verifikasi TUK
- agenda_asesmen → memuat lokasi tempat asesmen

Regulasi BNSP mengharuskan verifikasi TUK dilakukan oleh asesor kompetensi atau verifikator yang ditugaskan secara resmi. Seluruh data tersebut tersimpan dalam basis data untuk memastikan standar sarana-prasarana terpenuhi.

3.4. Data Skema Kompetensi

Skema kompetensi merupakan dasar pelaksanaan asesmen. Basis data mengelola komponen-komponen skema melalui beberapa tabel:

- skema_persyaratan → persyaratan peserta per skema
- skema_paketsoal → paket soal tertulis
- elemen_kompetensi, kriteria_unjukkerja, unit_kompetensi → struktur SKKNI
- skema_mapa1a23, skema_mapa1b23, skema_mapa2 → perencanaan asesmen (MAPA)

BNSP mengatur bahwa skema harus berdasarkan SKKNI, SKK, atau standar khusus. Struktur tabel di atas menunjukkan bahwa database mendukung seluruh struktur standar kompetensi tersebut.

3.5. Data Materi Materi Uji

Materi uji merupakan perangkat penting dalam proses asesmen. Basis data menyimpan perangkat asesmen dalam berbagai tabel instrumen, seperti:

- asesmen_ia01template → template instrumen IA-01
- asesmen_ia03, asesmen_ia04a, asesmen_ia04b → soal observasi dan praktik
- asesmen_ia05, asesmen_ia06, asesmen_ia07 → asesmen pilihan ganda, wawancara, atau studi kasus

- asesmen_kuantitatif → hasil penilaian numerik
- asesmen_presensi dan asesmen_presensipra → presensi asesmen

Seluruh dokumen instrumen ini mengikuti perangkat BNSP (SOP, AK, IA, MAPA, FR), memastikan kesesuaian dengan standar asesmen kompetensi.

3.6. Data Administratif Persuratan dan Keuangan

Dalam regulasi BNSP, sertifikasi kompetensi wajib melibatkan administrasi formal seperti:

- Surat tugas asesor
- Surat tugas komite teknis
- Dokumen pelaporan asesmen
- Bukti pembayaran biaya sertifikasi

Basis data sistem LSP mencatat hal tersebut pada tabel:

- asesi_asesmen → mencatat surat tugas asesor, status administrasi
- jadwal_komite → penugasan komite teknis
- biaya_jenis, biaya_sertifikasi → struktur biaya uji kompetensi
- asesi_pembayaran → bukti transaksi pembayaran
- lognotifikasi → catatan notifikasi resmi

Struktur ini mendukung proses audit BNSP yang menekankan akuntabilitas administratif.

3.7. Data Sertifikat

Pengelolaan data sertifikat kompetensi merupakan salah satu aspek krusial dalam operasi LSP, karena sertifikat menjadi bukti formal bahwa seorang asesi telah terbukti kompeten berdasarkan standar tertentu. Dalam sistem informasi LSP, data sertifikat diatur melalui beberapa tabel yang saling terhubung untuk menjamin keamanan, ketertelusuran, dan integritas dokumen. Tabel utama yang berperan adalah `asesi_asesmen`, yang menyimpan informasi inti sertifikasi, seperti nomor sertifikat, tanggal penerbitan, masa berlaku, serta dokumen sertifikat digital dalam format PDF. Selain itu, tabel ini juga mencatat status keputusan komite teknis, tanggal penetapan hasil asesmen, dan data administratif yang terkait langsung dengan penerbitan sertifikat.

Proses pencetakan sertifikat dicatat secara sistematis pada tabel logcetak, yang berfungsi sebagai audit trail untuk setiap aktivitas keluaran sertifikat fisik maupun digital. Setiap kali sertifikat diunduh, dicetak ulang, atau didistribusikan, sistem akan mencatat waktu, identitas pengguna (admin, asesor, atau pejabat LSP), serta parameter dokumen yang dicetak. Dengan mekanisme ini, LSP dapat memastikan bahwa tidak terjadi penerbitan atau pencetakan sertifikat di luar prosedur resmi, sekaligus mempermudah proses audit internal maupun audit BNSP.

Selain pencetakan, sistem juga mengelola proses tanda tangan digital melalui tabel logdigisign. Tabel ini menyimpan rekam jejak setiap kegiatan penandatanganan elektronik oleh pejabat berwenang di LSP, termasuk informasi tentang waktu penandatanganan, identitas pejabat (misalnya Ketua LSP atau Manajer Sertifikasi), algoritma atau provider digital signature yang digunakan, serta hash dokumen yang ditandatangani. Keberadaan tabel ini memenuhi tuntutan regulasi BNSP terkait keaslian dan integritas sertifikat, terutama ketika LSP menggunakan e-sertifikat yang dapat diverifikasi oleh publik melalui QR code.

Secara keseluruhan, ketiga tabel tersebut asesi_asesmen, logcetak, dan logdigisign bekerja sebagai satu kesatuan sistem yang memastikan seluruh proses penerbitan sertifikat dilakukan secara sah, transparan, dapat diaudit, dan sesuai dengan standar nasional. Melalui pengelolaan data yang terstruktur seperti ini, LSP dapat menjaga kredibilitas sertifikat yang diterbitkan dan meminimalkan risiko pemalsuan, penyalahgunaan, ataupun inkonsistensi dokumen sertifikasi.

3.8. Masa simpan data sertifikasi

Regulasi BNSP mengatur kewajiban Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) untuk menjaga dan mengarsipkan dokumen sertifikasi dalam jangka waktu tertentu sebagai bentuk akuntabilitas dan jaminan ketertelusuran proses sertifikasi.

Ketentuan retensi ini bertujuan memastikan bahwa setiap kegiatan asesmen, keputusan kompeten/tidak kompeten, hingga penerbitan sertifikat dapat diaudit kapan pun, baik oleh BNSP, lembaga pemerintah terkait, maupun pihak industri yang memerlukan verifikasi. Oleh karena itu, masa penyimpanan data harus mengikuti standar minimal yang telah ditetapkan oleh BNSP sebagai bagian dari sistem manajemen mutu LSP.

Dokumen asesmen, yang meliputi APL-01, APL-02, AK, IA (IA-01 hingga IA-07), MAPA, serta dokumen pendukung lainnya, wajib disimpan minimal 5 tahun, atau mengikuti masa berlaku sertifikat jika sertifikat tersebut memiliki durasi lebih panjang. Ketentuan ini memastikan bahwa selama masa penerbitan sertifikat masih aktif, seluruh bukti asesmen yang menjadi dasar keputusan tetap tersedia untuk keperluan audit atau verifikasi ulang. Sementara itu, dokumen sertifikat, baik dalam bentuk fisik maupun digital, harus disimpan minimal 10 tahun untuk menjamin ketertelusuran historis dan memungkinkan verifikasi jangka panjang. Adapun dokumen registrasi asesor dan TUK mengikuti masa lisensi LSP, sehingga seluruh berkas verifikasi asesor, data pelatihan, penugasan, maupun verifikasi TUK tetap tersimpan selama lisensi tersebut masih aktif dan diawasi oleh BNSP.

Sistem basis data telah dirancang untuk mendukung ketentuan retensi tersebut melalui beberapa mekanisme teknis.

Pertama, penerapan kolom-kolom timestamp seperti waktu, `tgl_daftar`, `created_at`, dan `updated` pada hampir seluruh tabel memungkinkan sistem melacak usia setiap dokumen secara otomatis. Dengan demikian, LSP dapat menerapkan kebijakan arsip maupun penghapusan terjadwal (data lifecycle management) sesuai masa retensi yang berlaku. Kedua, penyimpanan dokumen digital pada tabel seperti `asesi_doc`, `asesi_apl02doc`, `asesi_asesmen`, dan `logdigisign` memastikan bahwa seluruh berkas dapat disimpan secara aman, dengan integritas terjaga, tanpa risiko kehilangan atau kerusakan sebagaimana terjadi pada dokumen fisik.

Selain itu, basis data juga dilengkapi log aktivitas seperti `logcetak` (pencetakan sertifikat), `logdigisign` (tanda tangan digital), dan `lognotifikasi` (notifikasi proses), sehingga setiap perubahan, pencetakan, atau distribusi dokumen dapat ditelusuri secara menyeluruh. Log aktivitas ini merupakan elemen penting dalam audit BNSP karena memastikan bahwa setiap dokumen tersimpan bukan hanya secara statis, tetapi juga memiliki jejak perubahan atau penggunaan yang jelas dan tervalidasi.

Melalui kombinasi kebijakan retensi BNSP dan dukungan sistem basis data yang terstruktur, integritas dan ketertelusuran dokumen sertifikasi dapat terjaga secara menyeluruh. Hal ini memperkuat kepercayaan publik terhadap hasil sertifikasi, memastikan kesesuaian proses dengan SOP BNSP, dan

mendukung transparansi serta akuntabilitas lembaga sertifikasi dalam jangka panjang.

Teknologi Virtual Reality dalam Asesmen

4.1. Teknologi Virtual Reality

Teknologi *Virtual Reality* (VR) telah banyak digunakan dalam asesmen, satu diantaranya adalah pada bidang psikologi. VR pada saat yang sama merupakan teknologi simulatif, teknologi kognitif, dan teknologi yang diwujudkan. VR alat yang sempurna untuk penilaian pengalaman dan pembelajaran dengan potensi klinis yang besar (Riva & Serino, 2020). Realitas virtual yang dipasang di kepala memberikan pengalaman multisensori dan menarik dengan membenamkan pengguna dalam lingkungan 360° yang dihasilkan komputer. Teknologi ini memberi peluang untuk mengubah cara penelitian persepsi dan tindakan dilakukan, menghadirkan potensi eksperimen naturalistik yang terkontrol ketat namun dapat dilakukan saat partisipan sedang bergerak. Secara historis, penelitian tindakan-persepsi umumnya melibatkan pengaturan eksperimental yang relatif kaku di mana rangsangan sederhana disajikan, dengan peserta menunjukkan persepsi mereka dengan menekan tombol (Isenstein et al., 2022). Implementasi teknologi *virtual reality* dalam penelitian ini merupakan bentuk inovasi untuk menjawab

tantangan dunia di masa yang akan datang, dimana mobilitas masyarakat akan semakin berkurang dengan adanya teknologi *metaverse* yang menintegrasikan dunia fisik dengan dunia digital, *video conference*, dan integrasi sistem lainnya (Federico Gennari Santori, 2022).

4.2. Sertifikasi Kompetensi Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP)

Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) adalah badan resmi pemerintah yang dibentuk berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2014 yang kemudian disempurnakan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 2018 sesuai dengan kebutuhan terkini. Badan Nasional Sertifikasi Profesi yang selanjutnya disingkat BNSP adalah lembaga independen yang dibentuk untuk melaksanakan sertifikasi kompetensi kerja yang bertanggungjawab kepada Presiden Republik Indonesia. Dimana secara teknis pelaksanaan uji sertifikasi kompetensi tersebut dilaksanakan oleh Lembaga Sertifikasi Profesi yang diberi lisensi oleh BNSP. Unsur BNSP terdiri dari 7 (tujuh) orang anggota yang terdiri dari: (1) Ketua merangkap anggota; (2) Wakil Ketua merangkap anggota; dan (3) anggota 5 (lima) orang. Ketua BNSP merupakan wakil dari pemerintah wakil kementerian yang menangani urusan ketenagakerjaan dan kementerian terkait lainnya, dan Wakil

Ketua BNSP berasal dari unsur masyarakat. Anggota BNSP dari unsur pemerintah maksimal 2 (dua) orang dan anggota BNSP dari unsur masyarakat berasal dari asosiasi profesi atau asosiasi industri.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 2018, BNSP memiliki tugas dan fungsi untuk: (1) melaksanakan dan mengembangkan sistem sertifikasi kompetensi kerja; (2) melaksanakan dan mengembangkan sistem sertifikasi pendidikan dan pelatihan vokasi; (3) membina dan mengawasi pelaksanaan sistem sertifikasi kompetensi kerja nasional; (4) mengembangkan pengakuan sertifikasi kompetensi kerja nasional dan internasional; (5) melaksanakan dan mengembangkan kerja sama antar lembaga, baik nasional maupun internasional di bidang sertifikasi profesi; dan (6) melaksanakan dan mengembangkan sistem data dan informasi sertifikasi kompetensi kerja yang terintegrasi.

Untuk mendukung pelaksanaan tugas BNSP dibentuk Sekretariat BNSP di bawah dan bertanggungjawab kepada Ketua BNSP yang berada di lingkungan kementerian Ketenagakerjaan. Dalam pelaksanaan tugas dan fungsinya BNSP didukung dengan Kelompok Kerja sejumlah maksimal 5 (lima) orang dan maksimal 10 (sepuluh) Tenaga Ahli yang diangkat oleh Ketua BNSP. BNSP memiliki kewajiban berkoordinasi dengan kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan bidang

ketenagakerjaan dalam hal ini adalah Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (Pemerintah Republik Indonesia, 2018)

4.3. Tes berbantuan komputer (Paperless)

Analisis menunjukkan bahwa tidak ada pengujian yang signifikan dan efek perlakuan yang ditemukan untuk pengujian kinerja dalam dua mode pengujian *Computer Based Test (CBT)* dan *Paper based Test (PBT)*. Skor tes konsisten dari waktu ke waktu di dua mode tes tersebut. Ini menunjukkan bahwa peserta yang mengikuti CBT dan PBT kemungkinan besar akan menghasilkan skor pretest dan posttest yang serupa (Piaw, 2012). Pada penelitian ini tes online akan diimplementasi dalam aplikasi di dalam Virtual Reality sebagai sarana pengguna untuk melakukan asesmen tes tulis dalam bentuk CBT. Pemilihan CBT ini untuk memudahkan mendapatkan penilaian dari pengguna, dimana nilai antara tes dengan menggunakan kertas dan tes berbantuan komputer tidak berbeda (Boevé et al., 2015). Model-model tes tetap mengadopsi tes berbasis kertas sesuai dengan taksonomi berikut.

Most Constrained		Intermediate Constraint Item Types					Least Constrained
Less Complex ↓ More Complex	Fully Selected						Fully Constructed
	1. Multiple Choice	2. Selection/ Identification	3. Reordering/ Rearrangement	4. Substitution/ Correction	5. Completion	6. Construction	7. Presentation/ Portfolio
	1A. <i>True/False</i> (Haladyna, 1994c, p.54)	2A. <i>Multiple True/False</i> (Haladyna, 1994c, p.58)	3A. <i>Matching</i> (Osterlind, 1998, p.234; Haladyna, 1994c, p.50)	4A. <i>Interlinear</i> (Haladyna, 1994c, p.65)	5A. <i>Single Numerical Constructed</i> (Parshall et al, 2002, p. 87)	6A. <i>Open-Ended Multiple Choice</i> (Haladyna, 1994c, p.49)	7A. <i>Project</i> (Bennett, 1993, p.4)
	1B. <i>Alternate Choice</i> (Haladyna, 1994c, p.53)	2B. <i>Yes/No with Explanation</i> (McDonald, 2002, p.110)	3B. <i>Categorizing</i> (Bennett, 1993, p.44)	4B. <i>Sore-Finger</i> (Haladyna, 1994c, p.67)	5B. <i>Short-Answer & Sentence Completion</i> (Osterlind, 1998, p.237)	6B. <i>Figural Constructed Response</i> (Parshall et al, 2002, p.87)	7B. <i>Demonstration, Experiment, Performance</i> (Bennett, 1993, p.45)
	1C. <i>Conventional or Standard Multiple Choice</i> (Haladyna, 1994c, p.47)	2C. <i>Multiple Answer</i> (Parshall et al, 2002, p.2; Haladyna, 1994c, p.60)	3C. <i>Ranking & Sequencing</i> (Parshall et al, 2002, p.2)	4C. <i>Limited Figural Drawing</i> (Bennett, 1993, p.44)	5C. <i>Cloze-Procedure</i> (Osterlind, 1998, p.242)	6C. <i>Concept Map</i> (Shavelson, R. J., 2001; Chung & Baker, 1997)	7C. <i>Discussion, Interview</i> (Bennett, 1993, p.45)
	1D. <i>Multiple Choice with New Media Distractors</i> (Parshall et al, 2002, p.87)	2D. <i>Complex Multiple Choice</i> (Haladyna, 1994c, p.57)	3D. <i>Assembling Proof</i> (Bennett, 1993, p.44)	4D. <i>Bug/Fault Correction</i> (Bennett, 1993, p.44)	5D. <i>Matrix Completion</i> (Embretson, S, 2002, p. 225)	6D. <i>Essay</i> (Page et al, 1995, 561-565) & <i>Automated Editing</i> (Breland et al, 2001, pp.1-64)	7D. <i>Diagnosis, Teaching</i> (Bennett, 1993, p.4)

Gambar 4.1 Taksonomi untuk Soal dan Tugas (Asesmen)

Sumber: Scalise & Gifford, (2002)

4.4. Tandatanganan Elektronik

Membuat tanda tangan elektronik dapat dilakukan semudah penanda tangan memindai tanda tangannya di atas kertas dan kemudian menyimpannya sebagai gambar, atau penanda tangan dapat melakukannya secara elektronik langsung menggunakan aplikasi menggambar sederhana seperti Paint atau Notes. ponsel dan simpan sebagai gambar. Pemilik dapat menggunakan gambar tanda tangan elektronik ini untuk

ditambahkan ke dokumen elektronik atas namanya (Privi.id, 2021). Pada aplikasi sistem informasi lembaga sertifikasi profesi SILSP versi 1.0.8 telah terdapat fitur tandatangan (*signature pad*) yang dapat langsung digunakan dengan browser untuk otorisasi pengisian formulir materi uji kompetensi oleh Asesor maupun Asesi (Febiharsa, 2022).

4.5. Buku Kerja BNSP

Buku Kerja BNSP digunakan sebagai alat bantu para Peserta, Master Asesor, dan Lembaga Pelatihan Kerja dalam memberikan arah pencapaian kompetensi sesuai standar kompetensi. Buku kerja ini juga digunakan sebagai bukti portofolio pencapaian kompetensi menuju sertifikasi kompetensi, buku ini berisi formulir-formulir standar yang digunakan pada pelaksanaan uji kompetensi oleh asesor, peserta uji (asesi), dan administrasi LSP. Formulir uji atau materi uji kompetensi terdiri sebagai berikut.

Tabel 4.1 Daftar Formulir Asesmen Kompetensi BNSP

No.	Kode Formulir	Judul Formulir
1	FR.APL.01	Permohonan Sertifikasi Kompetensi
2	FR.APL.02	Asesmen Mandiri
3	FR.MAPA.01	Merencanakan Aktivitas dan Proses Asesmen
4	FR.MAPA.02	Peta Instrumen Asesmen Hasil Pendekatan Asesmen dan Perencanaan Asesmen

No.	Kode Formulir	Judul Formulir
5	FR.IA.01	Ceklis Observasi Aktivitas di Tempat Kerja atau Tempat Kerja Simulasi
6	FR.IA.02	Tugas Praktik Demonstrasi
7	FR.IA.03	Pertanyaan untuk Mendukung Observasi
8	FR.IA.04.A	Daftar Instruksi Terstruktur (Penjelasan Proyek Singkat/ Kegiatan Terstruktur Lainnya)
9	FR.IA.04.B	Penilaian Proyek Singkat atau Kegiatan Terstruktur Lainnya
10	FR.IA.05	Pertanyaan Tertulis Pilihan Ganda
11	FR.IA.05.A	Lembar Kunci Jawaban Pertanyaan Tertulis Pilihan Ganda
12	FR.IA.05.B	Lembar Jawaban Pertanyaan Tertulis Pilihan Ganda
13	FR.IA.06	Pertanyaan Tertulis Esai
14	FR.IA.06.A	Lembar Kunci Jawaban Pertanyaan Tertulis Esai
15	FR.IA.06.B	Lembar Jawaban Pertanyaan Tertulis Esai
16	FR.IA.07	Pertanyaan Lisan
17	FR.IA.08	Ceklis Verifikasi Portofolio
18	FR.IA.09	Pertanyaan Wawancara
19	FR.IA.10	Klarifikasi Bukti Pihak Ketiga
20	FR.IA.11	Ceklis Reviu Produk
21	FR.AK.01	Persetujuan Asesmen dan Kerahasiaan
22	FR.AK.02	Formulir Rekaman Asesmen Kompetensi
23	FR.AK.03	Umpan Balik dan Catatan Asesmen
24	FR.AK.04	Banding Asesmen
25	FR.AK.05	Laporan Asesmen
26	FR.AK.06	Meninjau Proses Asesmen
27	FR.AK.07	Ceklis Penyesuaian yang Wajar dan Beralasan
28	FR.VA	Memberikan Kontribusi dalam Validasi Asesmen
29	Daftar Periksa	Daftar Periksa Kelengkapan Dokumen

Sumber: Buku Kerja Asesor BNSP, 2023.

4.6. Materi Uji Kompetensi (MUK)

Materi Uji Kompetensi (MUK) merupakan formulir-formulir yang digunakan pada pelaksanaan uji kompetensi yang telah ditetapkan oleh BNSP sebagai Buku Kerja. MUK ini akan diisi oleh asesor, peserta uji, admin LSP, dan manajemen terkait

pelaksanaan uji kompetensi. Substansi materi uji berbeda pada Soal-Soal, Pertanyaan Pendukung, Instruksi Demonstrasi, Unit Kompetensi, Elemen Kompetensi, dan Kriteria Unjuk Kerja di setiap Skema Kompetensi meskipun memiliki format yang sama untuk semua skema. Berikut adalah contoh MUK pada skema okupasi Teknisi Utama Jaringan Komputer dengan unit kompetensi sebagai berikut.

Tabel 4.2 Unit Kompetensi Skema Okupasi Teknisi Utama Jaringan Komputer

NO	KODE UNIT	JUDUL UNIT KOMPETENSI
1.	J.611000.014.02	Mengkonfigurasi Routing pada Perangkat 1 Jaringan antar Autonomous System
2.	J.611000.001.01	Mengumpulkan Kebutuhan Teknis Pengguna yang Menggunakan Jaringan
3.	J.611000.004.01	Merancang Pengalamatan Jaringan
4.	J.611000.013.02	Mengkonfigurasi Routing pada Perangkat Jaringan dalam Satu Autonomous System
5.	J.611000.009.02	Memasang Kabel Jaringan
6.	J.611000.010.02	Memasang Jaringan Nirkabel
7.	J.611000.003.02	Merancang Topologi Jaringan
8.	J.611000.002.01	Mengumpulkan Data Peralatan Jaringan Dengan Teknologi yang Sesuai
9.	J.611000.005.02	Menentukan Spesifikasi Perangkat Jaringan
10.	J.611000.012.02	Mengkonfigurasi Switch pada Jaringan

Sumber: LSP Universitas Ivet, 2021.

4.7. Teknologi Virtual Reality dan MUVE

Teknologi Virtual Reality (VR) telah banyak digunakan dalam asesmen, satu diantaranya adalah pada bidang psikologi.

VR pada saat yang sama merupakan teknologi simulatif, teknologi kognitif, dan teknologi yang diwujudkan. VR alat yang sempurna untuk penilaian pengalaman dan pembelajaran dengan potensi klinis yang besar (Riva & Serino, 2020). VR memberikan pengalaman yang berbeda untuk tugas yang sama dan dapat disajikan dengan antarmuka yang berbeda untuk proses kognitif yang sama (Barrett et al., 2022). Teknologi VR ini juga dapat menggantikan proses pelatihan kerja yang beresiko keselamatan atau memiliki potensi bahaya seperti pelatihan teknisi yang berada di ketinggian, atau terkait dengan api atau bahaya lainnya (Rey-Becerra et al., 2023). Teknologi virtual laboratorium di bidang STEM memberikan kemudahan dalam pemahaman kepada peserta didik (Ismail et al., 2016), sedangkan pada bidang kejuruan salah satunya pada pembelajaran Micro Power Generation di SMK di Indonesia (Bima et al., 2021) dan diadopsi dalam pembelajaran mikroskopis (Paxinou et al., 2020). Interaksi dalam lingkungan virtual dapat meningkatkan perasaan seperti berada dan bertindak di dunia virtual (Dede et al., 2017).

Realitas virtual yang dipasang di kepala memberikan pengalaman multisensori dan menarik dengan membenamkan pengguna dalam lingkungan 360° yang dihasilkan komputer. Teknologi ini memberi peluang untuk mengubah cara penelitian persepsi dan tindakan dilakukan, menghadirkan potensi eksperimen naturalistik yang terkontrol ketat namun dapat

dilakukan saat partisipan sedang bergerak. Secara historis, penelitian tindakan-persepsi umumnya melibatkan pengaturan eksperimental yang relatif kaku di mana rangsangan sederhana disajikan, dengan peserta menunjukkan persepsi mereka dengan menekan tombol (Isenstein et al., 2022). Implementasi teknologi virtual reality dalam penelitian ini merupakan bentuk inovasi untuk menjawab tantangan dunia di masa yang akan datang, dimana mobilitas masyarakat akan semakin berkurang dengan adanya teknologi metaverse yang menintegrasikan dunia fisik dengan dunia digital, video conference, dan integrasi sistem lainnya (Federico Gennari Santori, 2022).

Teknologi VR terkini memungkinkan pelacakan gerakan tangan yang lebih halus, memungkinkan integrasi empiris antara persepsi dan gerakan. VR digunakan untuk menilai bagaimana informasi multisensori dan tuntutan kognitif memengaruhi gerakan tangan saat meraih target virtual. Hasilnya, dapat mengungkapkan fasilitasi multisensori, memberikan ukuran akurasi proprioseptif terisolasi yang cepat dan sangat sensitif. Pada percobaan kedua, menyajikan target virtual dengan singkat dan menunjukkan bahwa VR dapat digunakan sebagai pengukuran memori spasial yang efisien dan kuat ($n = 18$, dewasa muda yang sehat). (Isenstein et al., 2022) Penggunaan VR sebagai sarana asesmen untuk menganalisis pergerakan tubuh pada penderita autism spectrum disorder (ASD) menunjukkan

kelayakan penerapan metode machine learning dan tugas ekologi berbasis VR untuk mengidentifikasi biomarker gerakan tubuh yang dapat berkontribusi dalam meningkatkan diagnosis ASD. (Raya et al., 2020) Pengalaman VR untuk penilaian dan pengobatan dalam kesehatan mental memerlukan pendekatan interdisipliner, yang mengintegrasikan pengetahuan dan ide dari disiplin ilmu seperti grafik komputer, ilmu saraf, psikologi sosial dan kognitif, persepsi multi-sensorik, kognisi, pengembangan multimedia, dan perawatan kesehatan (Riva & Serino, 2020). VR pada saat yang bersamaan merupakan teknologi simulatif, teknologi kognitif, dan teknologi yang diwujudkan (Riva et al., 2019).

Lima proposisi penggunaan metaverse dalam pendidikan, sebagai berikut: Proposisi 1: Penggunaan metaverse dalam pendidikan harus mencerminkan lingkungan belajar dunia nyata bagi peserta didik dan pendidik. Proposisi 2: Penggunaan metaverse dapat memfasilitasi bentuk-bentuk baru dengan lebih baik pelatihan dan melampaui kemampuan gabungan ruang kelas fisik dan platform e-learning. Proposisi 3: Pendidik perlu meningkatkan metode pedagogis dan silabus kursus mereka untuk mengakomodasi pengajaran di metaverse. Proposisi 4: Metrik baru perlu dikembangkan untuk evaluasi pengalaman belajar di metaverse. Proposisi 5: Penyedia pendidikan perlu menawarkan teknis baru melengkapi dan melatih para pendidik

tentang cara melayani pelajar mereka di metaverse (Dwivedi et al., 2022). Penggunaan teknologi Virtual Reality (VR) dan Mixed Reality (MR) pada pembelajaran keselamatan kerja pada sektor arsitektur, teknik dan konstruksi (Yang & Miang Goh, 2022).

Multi-User Virtual Environment (MUVE) adalah platform yang memungkinkan banyak pengguna untuk berinteraksi secara bersamaan dalam lingkungan virtual. Pengguna dapat berkolaborasi, berkomunikasi, dan berpartisipasi dalam berbagai aktivitas dalam lingkungan ini. MUVE menawarkan berbagai manfaat, termasuk fleksibilitas, aksesibilitas, dan kemampuan untuk mensimulasikan situasi yang kompleks dan dinamis. Aktivitas dalam lingkungan virtual dapat direkam dengan fitur event listener (Karami, 2024) sehingga gerakan manipulatif terhadap objek di lingkungan virtual yang diperankan oleh pengguna dapat diukur dan dinilai dengan acuan yang terdefinisi sebelumnya.

4.8. Arsitektur TUK Digital / TUK MUVE

TUK digital yang memanfaatkan teknologi Multi-User Virtual Environment (MUVE) dapat memiliki struktur arsitektur sebagai berikut:

a. Layer Infrastruktur Teknis

1. Server dan pengolahan awan untuk menyimpan data asesmen, rekaman video, portofolio digital, serta catatan aktivitas.
2. Jaringan internet yang berkualitas tinggi, dengan sistem cadangan untuk menghindari masalah selama proses asesmen berlangsung.
3. Sistem perlindungan data (enkripsi, autentikasi ganda, integrity dokumen).

b. Layer Platform Virtual

1. Ruang 3D virtual yang dapat dijangkau oleh asesi, asesor, dan pengawas.
2. Avatar atau identitas digital sebagai perwakilan peserta dan asesor.
3. Peralatan simulatif digital yang sesuai dengan unit kompetensi (seperti mesin CNC virtual, set perhotelan virtual, laboratorium virtual).
4. Fasilitas komunikasi langsung (audio, obrolan, gerakan, berbagi layar).

c. Layer Manajemen Asesmen

1. Modul administrasi: pendaftaran, verifikasi identitas, penjadwalan.

2. Modul asesmen: observasi virtual, simulasi skenario kerja, pengumpulan bukti, penilaian yang berbasis kompetensi.
3. Modul audit dan jaminan mutu: rekaman sesi asesmen, akses untuk pengawas, catatan aktivitas.

d. Layer Integrasi dengan Sistem LSP

1. Penyelarasan data asesi dengan SIM-LSP.
2. Penyimpanan MUK digital, daftar pemeriksaan asesmen, dan bukti digital.
3. Proses validasi rekomendasi asesor.
4. Pengarsipan hasil asesmen untuk kebutuhan audit BNSP.

Arsitektur ini memungkinkan TUK berbasis MUVE berfungsi setara dengan TUK fisik, tetapi dengan fleksibilitas yang lebih untuk asesmen jarak jauh.

4.9. Desain Virtual Environment

Desain Virtual Environment (VE) merupakan salah satu elemen kunci dalam pengembangan platform asesmen berbasis teknologi Virtual Reality (VR). Lingkungan virtual yang dibangun harus realistis dan relevan dengan konteks dunia kerja yang menjadi objek sertifikasi profesional. Realisme ini tidak hanya mencakup visualisasi objek dan ruang, tetapi juga pengalaman imersif yang mendukung proses observasi kompetensi secara akurat. Oleh karena itu, desain VE harus

dirancang dengan mempertimbangkan struktur kerja, alur aktivitas, dan kondisi nyata yang biasa dijumpai dalam pelaksanaan tugas oleh seorang tenaga profesional.

Lingkungan virtual yang digunakan dalam asesmen kompetensi juga harus dapat merepresentasikan prosedur kerja secara detail sehingga asesor dapat menilai keterampilan teknis maupun non-teknis peserta secara tepat. Untuk mencapai hal tersebut, VE perlu dibangun berdasarkan standar kerja dan prosedur operasional yang berlaku dalam skema kompetensi tertentu. Ketepatan representasi lingkungan menjadi penting karena setiap objek, peralatan, maupun interaksi yang disimulasikan pada VE berfungsi sebagai indikator yang menghubungkan aktivitas peserta dengan unit-unit kompetensi yang diujikan. Dengan demikian, desain VE tidak hanya berfungsi sebagai simulasi visual, tetapi sebagai instrumen asesmen yang terintegrasi.

Dalam literatur, desain lingkungan virtual direkomendasikan memiliki sembilan aspek utama: (1) aspek visual; (2) aspek audio; (3) aspek haptic atau sensasi sentuhan; (4) aspek interaktivitas; (5) aspek gerakan; (6) aspek aturan (rules); (7) aspek konteks; (8) aspek tantangan; dan (9) aspek sosial. Kesembilan aspek ini berfungsi menciptakan pengalaman imersif yang kaya dan memungkinkan peserta uji menunjukkan kompetensi secara natural sebagaimana bekerja di dunia nyata.

Penelitian menunjukkan bahwa aspek visual dan aspek gerakan merupakan komponen yang paling dominan dalam menentukan kualitas pengalaman pengguna karena keduanya secara langsung memengaruhi persepsi ruang, orientasi, dan tingkat realisme aktivitas yang dilakukan peserta dalam lingkungan virtual.

Selain dominasi aspek visual dan gerakan, aspek aturan memiliki peran yang sangat kritis dalam desain VE. Aturan menentukan alur aktivitas, batasan interaksi, urutan kerja, serta kondisi sistem yang harus dipenuhi oleh peserta untuk menyelesaikan suatu tugas atau simulasi. Menariknya, aturan memiliki korelasi dengan semua aspek dalam VE, kecuali aspek audio. Artinya, setiap elemen seperti interaktivitas, tantangan, konteks, bahkan aspek sosial, memerlukan aturan yang jelas agar simulasi berjalan konsisten, terukur, dan dapat dijadikan dasar asesmen kompetensi. Hal ini sejalan dengan temuan Won et al. (2023) yang menekankan bahwa VE yang baik harus memiliki struktur aturan yang menghubungkan semua komponen desain untuk memastikan kejelasan aktivitas dan objektivitas penilaian.

Dengan menggabungkan kesembilan aspek tersebut, desain Virtual Environment berpotensi menghadirkan simulasi asesmen yang tidak hanya imersif tetapi juga objektif dan terstandarisasi. Desain VE yang baik memungkinkan LSP untuk menyamakan pengalaman uji bagi seluruh peserta, meskipun berasal dari TUK yang berbeda-beda. Dengan demikian, platform

VR dalam bentuk VE menjadi solusi strategis untuk meningkatkan kesetaraan mutu asesmen, memperkaya pengalaman belajar, sekaligus memodernisasi sistem sertifikasi kompetensi profesional menuju era digital yang lebih adaptif.

1. Contoh Desain VE untuk Skema Tata Boga

Desain VE untuk skema Tata Boga harus menciptakan suasana dapur profesional yang menyerupai commercial kitchen sesuai standar industri perhotelan atau restoran. Lingkungan virtual mencakup meja kerja, kompor industri, oven, wastafel, lemari pendingin, peralatan masak, bahan makanan, serta area plating. Aspek visual harus dibuat sangat detail karena peserta uji perlu mengidentifikasi bahan, alat, dan hasil masakan secara akurat. Interaksi tangan, pergerakan alat, dan pengaturan panas harus direpresentasikan dengan realistis untuk menilai keterampilan teknis.

Aturan dalam VE menentukan urutan proses, misalnya mise en place, teknik memasak, hingga prosedur kebersihan dan K3. Peserta harus menyelesaikan tugas seperti memotong bahan dengan teknik tertentu, memasak menu yang telah ditentukan, atau melakukan plating dengan standar restoran. Tantangan dapat muncul berupa waktu terbatas atau kondisi dapur yang mensimulasikan tekanan kerja. Aspek sosial relevan ketika simulasi menguji

kemampuan komunikasi, misalnya koordinasi antar chef atau penanganan permintaan pelanggan secara virtual.



Gambar 4.2. Ilustrasi Desain Virtual Environment Skema Tata Boga

Sumber: ChatGPT, 2025

Dengan VE ini, LSP dapat menilai ketepatan teknik memasak, efisiensi kerja, higienitas, manajemen waktu, dan kreativitas secara terstandar, terlepas dari ketersediaan fasilitas dapur fisik TUK.

2. Contoh Desain VE untuk Skema Otomotif

Lingkungan VE untuk skema otomotif mensimulasikan bengkel kendaraan bermotor lengkap dengan mobil atau sepeda motor 3D, peralatan bengkel, lift hidrolik, sistem kelistrikan, hingga on-board diagnostics (OBD). Peserta dapat berinteraksi langsung dengan

komponen mesin seperti busi, filter udara, aki, sistem rem, dan injektor, serta melakukan prosedur pemeriksaan atau perbaikan. Aspek visual dan haptic sangat penting untuk memberikan kesan realistis saat membuka komponen atau menggunakan alat.

Aturan dalam VE mendefinisikan prosedur standar seperti pemeriksaan rutin, diagnosis kerusakan, dan perbaikan tahap demi tahap. Peserta misalnya diminta melakukan pemeriksaan sensor O₂, mendiagnosis lampu indikator engine, atau mengganti komponen tertentu. Tantangan muncul ketika sistem menghadirkan skenario kerusakan acak atau kondisi yang biasanya terjadi di bengkel, seperti baut macet atau error sistem kelistrikan.



Gambar 4.2. Ilustrasi Desain Virtual Environment Skema Otomotif
Sumber: ChatGPT, 2025

Melalui VE ini, peserta dapat diuji kemampuan teknis otomotif tanpa memerlukan kendaraan fisik, sehingga risiko kecelakaan berkurang dan asesmen menjadi lebih beragam antar-LSP.

3. Contoh Desain VE untuk Skema Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)

Desain VE untuk skema TIK dapat berupa ruang server (server room), ruang kerja teknisi jaringan, atau simulasi cyber incident response. Lingkungan menampilkan rak server, router, switch, kabel jaringan, perangkat komputer, dan terminal antarmuka yang dapat dioperasikan secara virtual. Di dalam VE, peserta dapat melakukan konfigurasi jaringan, memasang kabel, mendiagnosis gangguan, atau menangani serangan siber.(Febiharsa et al., 2025)

Aturan simulasi mengarahkan peserta untuk melakukan langkah-langkah seperti konfigurasi IP, membuat VLAN, merespons intrusion alerts, atau melakukan backup dan pemulihan sistem. Tantangan dapat berupa simulasi serangan siber waktu nyata atau kondisi jaringan yang tiba-tiba mengalami gangguan. Aspek sosial dapat dihadirkan saat peserta harus berkolaborasi dengan teknisi lain dalam skenario multi-user untuk menangani insiden.



Gambar 4.3. Ilustrasi Desain Virtual Environment Skema TIK

Sumber: Febiharsa et.al., 2025

VE ini tidak hanya menghilangkan kebutuhan perangkat jaringan fisik yang mahal, tetapi juga memungkinkan LSP memberikan asesmen berbasis skenario kompleks yang sulit dilakukan di TUK fisik biasa.

4. Contoh Desain VE untuk Skema Kesehatan

Lingkungan VE untuk skema kesehatan harus menggambarkan fasilitas medis seperti ruang IGD, ruang perawatan, atau ruang tindakan klinis. Objek 3D yang ditampilkan antara lain tempat tidur pasien, peralatan medis, instrumen tindakan, dan avatar pasien dengan kondisi tertentu. Dalam VE, peserta dapat melakukan pengukuran

tanda vital, pemeriksaan fisik, pemasangan infus, resusitasi, atau prosedur dasar lain sesuai unit kompetensi.

Aturan dalam VE memastikan setiap prosedur dilakukan sesuai standar operasional, termasuk aspek keselamatan pasien, komunikasi terapeutik, dan langkah-langkah tindakan klinis. Tantangan dapat muncul ketika avatar pasien menunjukkan perubahan kondisi, misalnya tekanan darah turun, denyut jantung tidak stabil, atau reaksi alergi yang memerlukan respons cepat. Aspek sosial berperan penting dalam menguji komunikasi dengan pasien, keluarga pasien, maupun tenaga kesehatan lain dalam simulasi.



Gambar 4.4. Ilustrasi Desain Virtual Environment Skema Kesehatan

Sumber: ChatGPT, 2025

VE ini memungkinkan asesmen kompetensi kesehatan dilakukan secara aman tanpa risiko terhadap pasien nyata, sekaligus memberikan fleksibilitas untuk menyimulasikan berbagai kondisi medis yang sulit dihadirkan di lapangan.

Pengembangan Platform MUVE PCA

6.1. Kerangka Konseptual MUVE PCA

Kerangka konseptual pengembangan Platform MUVE PCA adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 6.1 Mindmap MUVE PCA

Asesmen Kompetensi sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan oleh BNSP, dikembangkan dengan teknologi Sistem Informasi LSP berbasis *Paperless* sebagai sarana atau materi uji kompetensi (MUK), kemudian ditanamkan dalam sebuah lingkungan virtual reality untuk menghasilkan *Immersive* Asesmen Kompetensi yang diimplementasikan jarak jauh dengan fasilitas internet. Dimana *Immersive* adalah bentuk teknologi yang mempertemukan dunia fisik dan realitas digital atau simulasi (Wicaksono, 2022). Dalam lingkungan *immersive* ini Asesor dan Asesi berinteraksi melaksanakan uji kompetensi melalui media virtual dengan alat peraga atau alat praktik simulasi virtual. Kriteria-kriteria unjuk kerja dalam setiap elemen kompetensi ditanamkan dalam teknologi VR dengan menggunakan alat *Head Mounted Displays (HMD) Oculus*.



Gambar 6.2 Peralatan *Virtual Reality* Oculus Rift

HMD jenis lain adalah *nReal Air*, adalah produk kacamata dengan prisma yang memproyeksikan layer di dalam kacamata, perangkat ini membutuhkan smartphone atau computer dengan display port *Type-C*. HMD ini lebih ringan dan mudah dibawa, dan memiliki bentuk paling mirip dengan kacamata biasanya. Kacamata ini menggunakan prinsip *Augmented Reality (AR)* sehingga pengguna masih dapat melihat lingkungan sekitar dengan cukup jelas (Xreal, 2023).



Gambar 6.3 Kacamata VR nReal Air
Sumber: Xreal (2023)

6.2. Contoh Skenario Penilaian Profesi dalam Lingkungan Virtual (MUVE)

Berikut adalah beberapa skenario penilaian berbasis MUVE yang bisa menjadi bahan pertimbangan dalam pelaksanaan:

1. Penilaian Keterampilan Teknisi Jaringan Komputer

Peserta penilaian memasuki laboratorium jaringan virtual yang dilengkapi dengan router, switch, panel patch, dan server simulasi. Penilai meminta peserta untuk melakukan konfigurasi jaringan, memperbaiki masalah (troubleshooting), atau mensimulasikan serangan siber. Semua aktivitas peserta dapat dilihat secara langsung melalui avatar dan alat ukur digital.

2. Penilaian Keterampilan Perhotelan

Lingkungan hotel virtual disajikan dengan area front office, kamar, restoran, dan ruang pelayanan. Peserta diminta untuk melakukan check-in, menangani keluhan dari tamu (avatar lain), atau menyiapkan ruangan sesuai dengan standar operasional prosedur. Interaksi verbal, waktu respons, dan prosedur kerja dicatat sebagai bukti.

3. Penilaian Keterampilan K3 dan Penanganan Risiko

MUVE menggambarkan area pabrik atau konstruksi yang memiliki potensi bahaya. Peserta diminta untuk mengidentifikasi risiko, memberikan instruksi keselamatan, atau merespons insiden dengan menggunakan objek digital. MUVE dapat menunjukkan skenario berbahaya tanpa risiko fisik.

4. Penilaian Desain Grafis atau Animasi

MUVE bisa menyediakan studio virtual. Peserta menggunakan perangkat digital yang terintegrasi di dalam lingkungan tersebut. Penilai mengawasi proses kerja, bukan hanya hasil akhir, sehingga bukti keterampilan menjadi lebih menyeluruh.

5. Penilaian Pendidikan dan Pelatihan

Untuk profesi pengajar, peserta diminta untuk mensimulasikan proses pembelajaran di ruang kelas virtual.

Penilai menilai kemampuan presentasi, penguasaan materi, komunikasi, dan kemampuan pedagogis.

Skenario-skenario ini mengindikasikan bahwa MUVE dapat diterapkan di berbagai bidang, mulai dari teknis hingga layanan publik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjust GmbH. (2024). *Apa yang dimaksud dengan Mobile SDK? Definisi*. <https://www.adjust.com/id/glossary/sdk/>
- Arif, Y. M., Nurhayati, H., Karami, A. F., Ayunda, N., Subiyakto, A., Samala, A. D., & Criollo-C, S. (2025). Game-Based Personalized Learning in the Metaverse Computer Virtual Laboratory: Improving User Experience with a Learning Material Recommender System. *International Journal of Human-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1080/10447318.2025.2452215>
- Badan Nasional Sertifikasi Profesi. (2017). *Pedoman BNSP 210 Pedoman Pengembangan dan Pemeliharaan Skema Sertifikasi*. 53(9), 1689–1699.
- Barrett, R. C. A., Poe, R., O’Camb, J. W., Woodruff, C., Harrison, S. M., Dolguikh, K., Chuong, C., Klassen, A. D., Zhang, R., Joseph, R. Ben, & Blair, M. R. (2022). Comparing virtual reality, desktop-based 3D, and 2D versions of a category learning experiment. *PLoS ONE*, 17(10 October). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275119>
- Bima, M., Saputro, H., & Efendy, A. (2021). Virtual Laboratory to Support a Practical Learning of Micro Power Generation in Indonesian Vocational High Schools. *Open Engineering*, 11(1), 508–518. <https://doi.org/10.1515/eng-2021-0048>
- Boevé, A. J., Meijer, R. R., Albers, C. J., Beetsma, Y., & Bosker, R. J. (2015). Introducing computer-based testing in high-stakes exams in higher education: Results of a field experiment. *PLoS ONE*, 10(12), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143616>
- Brooke, J. (1996). SUS - A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, I. L. McClelland, & B. Weerdmeester (Eds.), *Usability Evaluation In Industry* (1st Edition). Taylor and Francis Group.
- Dede, C. J., Jacobson, J., & Richards, J. (2017). *Introduction: Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (pp. 1–16). https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7_1
- Direktorat Bina Standardisasi Kompetensi dan Program Pelatihan, K. K. R. I. (2018a, December 11). *Penyetaraan Jenjang*.

- <https://Skkni.Kemnaker.Go.Id/Tentang-Kkni/Penyetaraan-Jenjang>.
- Direktorat Bina Standardisasi Kompetensi dan Program Pelatihan, K. R. I. (2018b, December 11). *Tentang SKKNI*. <https://Skkni.Kemnaker.Go.Id/Tentang-Skkni/Dokumen>.
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., Dennehy, D., Metri, B., Buhalis, D., Cheung, C. M. K., Conboy, K., Doyle, R., Dubey, R., Dutot, V., Felix, R., Goyal, D. P., Gustafsson, A., Hinsch, C., Jebabli, I., ... Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 66(July), 102542. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>
- Febiharsa, D. (2022). *Aplikasi LSP Versi 1.0.8 dengan Fitur Integrasi Sistem*. Aplikasi LSP. <https://www.aplikasilsp.web.id/aplikasi-lsp-versi-1-0-8-dengan-fitur-integrasi-sistem/>
- Febiharsa, D., Patmanthara, S., Sudjimat, D. A., & Elmunsyah, H. (2025). Virtual Reality for Competency Assessment: A Usability Study of MUVE PCA with VRSUQ and SUS. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 15(4), 24344–24353. <https://doi.org/10.48084/etasr.10669>
- Federico Gennari Santori. (2022, June). *The future of mobility in the metaverse is not (only) what you imagine*. <https://www.infracjournal.com/en/w/the-future-of-mobility-in-the-metaverse-is-not-only-what-you-imagine>
- Hinderk, A., Schrepp, M., Domínguez Mayo, F. J., Escalona, M. J., & Thomaschewski, J. (2024). *UEQ Indonesian*.
- Hinderk, A., Schrepp, M., & Thomaschewski, J. (2018). *UEQ User Experience Questionnaire*. <https://www.ueq-online.org>.
- Isenstein, E. L., Waz, T., LoPrete, A., Hernandez, Y., Knight, E. J., Busza, A., & Tadin, D. (2022). Rapid assessment of hand reaching using virtual reality and application in cerebellar stroke. *PLoS ONE*, 17(9 September), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275220>
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. (2016). Stem virtual lab: An alternative practical media to enhance student's scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 239–246. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5492>

- Karami, A. F. (2024). Design and Evaluation of Maliki V-Lab: A Metaverse-Based Virtual Laboratory for Computer Assembly Learning in Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(6), 814–821.
<https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2106>
- Kim, Y. M., & Rhiu, I. (2024). Development of a virtual reality system usability questionnaire (VRSUQ). *Applied Ergonomics*, 119.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2024.104319>
- Miftakul Azis. (2020, May 4). *Penjaminan Mutu Sertifikasi Kompetensi Jarak Jauh*.
<https://www.Radarbangsa.Com/Opini/24301/Penjaminan-Mutu-Sertifikasi-Kompetensi-Jarak-Jauh>.
- Ong, Y. H., Ismail, A. W., Iahad, N. A., Rameli, M. R. M., & Dollah, R. (2020). A mobile game SDK for remote collaborative between two users in augmented and virtual reality. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 979(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/979/1/012003>
- Paxinou, E., Georgiou, M., Kakkos, V., Kalles, D., & Galani, L. (2020). Achieving educational goals in microscopy education by adopting virtual reality labs on top of face-to-face tutorials. *Research in Science & Technological Education*.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1790513>
- Photonengine.com. (2024). *Photon Documentation: Photon Unity Networking (PUN) 2*.
<https://doc.photonengine.com/Pun/Current/Getting-Started/Pun-Intro>.
- Piaw, C. Y. (2012). Replacing Paper-based Testing with Computer-based Testing in Assessment: Are we Doing Wrong? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 64, 655–664.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.077>
- Privi.id. (2021, February 17). *Tanda Tangan Digital atau Digital Signature: Apa bedanya dengan TTE?*
<https://blog.privy.id/digital-signature-adalah/>.
- Raya, M. A., Marín-Morales, J., Minissi, M. E., Garcia, G. T., Abad, L., & Giglioli, I. A. C. (2020). Machine learning and virtual reality on body movements' behaviors to classify children with autism spectrum disorder. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5).
<https://doi.org/10.3390/jcm9051260>
- Rey-Becerra, E., Barrero, L. H., Ellegast, R., & Kluge, A. (2023). Improvement of short-term outcomes with VR-based safety training for work at heights. *Applied Ergonomics*, 112.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104077>

- Riva, G., & Serino, S. (2020). Virtual reality in the assessment, understanding and treatment of mental health disorders. *Journal of Clinical Medicine*, 9(11), 1–9. <https://doi.org/10.3390/jcm9113434>
- Riva, G., Wiederhold, B. K., & Mantovani, F. (2019). Neuroscience of Virtual Reality: From Virtual Exposure to Embodied Medicine. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(1), 82–96. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.29099.gri>
- Scalise, K., & Gifford, B. (2002). Computer-Based Assessment in E-Learning: A Framework for Constructing “Intermediate Constraint” Questions and Tasks for Technology Platforms. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 4(6). <https://ejournals.bc.edu/ojs/index.php/jtla/article/view/1653>
- Siti Syamsiah. (2015, August 26). *Prototipe Bahan Ajar Praktik sebagai Upaya Peningkatan Kompetensi Lulusan Program Diploma Kearsipan sesuai Standar Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI)*. <https://Arsip.Ugm.Ac.Id/2015/08/26/Prototipe-Bahan-Ajar-Praktik-Sebagai-Upaya-Peningkatan-Kompetensi-Lulusan-Program-Diploma-Kearsipan-Sesuai-Standar-Kerangka-Kualifikasi-Nasional-Indonesia-Kkni/>.
- Wicaksono, B. D. (2022). *Teknologi Immersive dalam Masa Depan Ekosistem Jurnalistik Indonesia*. Idntimes.Com. <https://www.idntimes.com/tech/trend/bayu/teknologi-immersive-dalam-masa-depan-ekosistem-jurnalistik-indonesia>
- Wikipedia. (2022, August 30). *Ruang Pandang*. https://Id.Wikipedia.Org/Wiki/Ruang_pandang.
- Wikipedia. (2025a). *Meta Quest*. https://En.Wikipedia.Org/Wiki/Meta_Quest.
- Wikipedia. (2025b). *Unity (game engine)*. [https://En.Wikipedia.Org/Wiki/Unity_\(Game_engine\)](https://En.Wikipedia.Org/Wiki/Unity_(Game_engine)).
- Xreal. (2023). *XREAL Air - The World's Best-selling Consumer AR Glasses*. Xreal.Com. <https://www.xreal.com/air/>
- Yang, F., & Miang Goh, Y. (2022). VR and MR technology for safety management education: An authentic learning approach. *Safety Science*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105645>

BIODATA PENULIS

Prof. Dr. Ir. Syaad Patmanthara, M.Pd. adalah Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang dengan kepakaran di bidang Pendidikan Teknik Informatika dan teknologi pembelajaran. Beliau meniti karier akademik sejak tahun 1992 setelah sebelumnya bekerja di industri manufaktur, dan hingga kini aktif mengajar pada program S1, S2, dan S3. Pengalaman profesionalnya mencakup berbagai posisi strategis seperti Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Informatika, Dekan Fakultas Teknik Komputer Universitas Gajayana, serta anggota dan ketua sejumlah lembaga nasional seperti BSNP, BAN-S/M, dan Dewan Pendidikan Kota Malang. Selain itu, beliau juga pernah menjadi konsultan di PUSTEKKOM Kementerian Pendidikan dan Direktorat PSMA, serta terlibat dalam banyak tim pengembang kurikulum dan kerja sama institusional.



Dalam lima tahun terakhir, Prof. Syaad produktif melaksanakan penelitian dan publikasi di bidang teknologi pembelajaran, e-learning, blended learning, adaptive learning, serta pengembangan media animasi dan mobile learning. Karya-karya

ilmiahnya dipublikasikan dalam prosiding dan jurnal nasional maupun internasional bereputasi, termasuk prosiding IEEE, IOP, dan berbagai jurnal bereputasi Scimagojr. Beliau juga aktif memberikan pengabdian kepada masyarakat melalui berbagai pelatihan teknologi pendidikan bagi guru dan sekolah, seperti pelatihan media interaktif, mobile game, augmented reality, serta laboratorium digital berbasis life-based learning.

Selain aktif meneliti dan mengajar, Prof. Syaad juga memiliki rekam jejak inovasi yang kuat dengan berbagai Hak Kekayaan Intelektual (HKI) berupa perangkat lunak pendidikan, media pembelajaran berbasis mobile, game edukasi, dan e-learning. Dengan pengalaman panjang, kontribusi akademik yang konsisten, serta kepemimpinan pada berbagai lembaga pendidikan dan sertifikasi, beliau menjadi salah satu tokoh penting dalam pengembangan pendidikan teknik dan teknologi informasi di Indonesia. Prof. Syaad pernah menjabat sebagai Ketua Badan Akreditasi Nasional Sekolah/ Madrasah (BAN S/M) Provinsi Jawa Timur, menjadi Asesor Satuan Pendidikan Kerjasama (SPK), dan hingga saat ini menjadi Asesor Lembaga Akreditasi Mandiri Pendidikan (LAMDIK).

BIODATA PENULIS

Dr. Dhega Febiharsa, S.ST., M.Pd. adalah akademisi dan praktisi teknologi informasi yang memiliki pengalaman luas dalam bidang pendidikan vokasi, sistem informasi, sertifikasi profesi, dan inovasi teknologi. Lahir di Lumajang pada 28 Februari 1983, ia menempuh pendidikan Diploma di Universitas Negeri Malang dan Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, kemudian melanjutkan studi magister pada bidang Pendidikan Kejuruan di Universitas Negeri Semarang. Saat ini, ia tengah menyelesaikan studi doctoral di Universitas Negeri Malang. Perjalanan akademiknya diikuti dengan pengalaman mengajar yang sangat beragam, terutama di Universitas Ivet, Semarang, pada program studi Sistem dan Teknologi Informasi, Pendidikan Informatika, Pendidikan Vokasi Teknik Mesin, hingga Pendidikan Guru PAUD. Ia telah mengampu mata kuliah seperti Cloud Computing, Technopreneurship, Sertifikasi Profesi Otomotif, Manajemen Inovasi dan Teknologi, Robotika, Telemetri, hingga Analisis Kebutuhan Sistem.



Selain sebagai dosen, Dhega memiliki rekam jejak profesional yang kuat di sektor industri dan lembaga pendidikan. Ia pernah menjabat sebagai Direktur Divisi Teknologi Informasi pada perusahaan swasta, Manajer Operasional di industri media, hingga Technical Support dan Music Director pada sebuah stasiun radio. Di dunia pendidikan, ia pernah menjadi guru dan Wakil Manajemen Mutu di SMK, serta berperan penting sebagai Kepala UPT TIK Universitas Ivet (2014–2021). Dalam ranah sertifikasi profesi, ia memiliki pengalaman strategis sebagai Direktur LSP P1 Universitas Ivet (2019–2023) dan kini menjabat sebagai Manajer Mutu LSP P1. Pengalaman ini membuatnya sangat memahami sistem asesmen, tata kelola sertifikasi, serta implementasi teknologi dalam proses uji kompetensi.

Dhega juga aktif dalam penelitian, penulisan artikel ilmiah, serta keikutsertaan dalam konferensi nasional dan internasional. Karyanya dipublikasikan dalam jurnal terakreditasi dan prosiding internasional, antara lain penelitian tentang sistem informasi sertifikasi profesi, penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran, analisis media sosial, serta pengembangan media pembelajaran interaktif. Ia juga terlibat dalam berbagai kegiatan pelatihan dan workshop, baik sebagai peserta maupun narasumber, termasuk pelatihan auditor mutu LSP BNSP, workshop pembelajaran daring, serta seminar teknologi

pendidikan. Di bidang organisasi, ia berperan sebagai anggota Ikatan Asesor Profesional Indonesia (IASPRO), APTIKOM, dan ADGVI.

Dengan kombinasi keahlian akademik, pengalaman industri, serta keterlibatan langsung dalam pengelolaan LSP, Dhega Febiharsa menjadi salah satu figur penting dalam pengembangan sistem pembelajaran, sertifikasi profesi, dan inovasi teknologi di lingkungan pendidikan vokasi. Kontribusinya mencerminkan komitmen kuat untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui pendidikan dan sertifikasi berbasis teknologi.

