

LAPORAN PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2021

**PENERAPAN TEKNOLOGI BANGUNAN
DALAM DESAIN ARSITEKTUR ISLAMI
SEBAGAI PEMBELAJARAN ARSITEKTUR
DI MASA DEPAN YANG INTERAKTIF DAN INOVATIF**

Nomor DIPA	DIPA 025.04.2.423812/2021
Tanggal	23 November 2020
Satker	(4238120) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
Kode Kegiatan	(2132) Peningkatan Akses, Mutu,Relevansi dan Daya Saing Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam
Kode Output Kegiatan	(050) PTKIN Penerima BOPTN
Sub Output Kegiatan	(514) Penelitian (BOPTN)
Kode Komponen	(004) Dukungan Operasional Penyelenggaraan Pendidikan
Kode Sub Komponen	B Penelitian Dasar Program Studi

Oleh:
Nama Peneliti

Oleh :

Ketua Peneliti : Aldrin Yusuf Firmansyah, MT (NIP : 197708182005011001)
Anggota Peneliti : Harida Samudro, M.Ars (NIP : 198610282020121001)
Anggota Peneliti : Moh. Arsyad Bahar, M.Sc. (NIP : 198704142019031007)



**KEMENTERIAN AGAMA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LP2M)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan penelitian dengan judul :

"PENERAPAN TEKNOLOGI BANGUNAN DALAM DESAIN ARSITEKTUR ISLAMI
SEBAGAI PEMBELAJARAN ARSITEKTUR
DI MASA DEPAN YANG INTERAKTIF DAN INOVATIF"

Oleh:

Nama Peneliti dan Anggota :

Ketua Peneliti : Aldrin Yusuf Firmansyah, MT (NIP : 197708182005011001)
Anggota Peneliti : Harida Samudro, M.Ars (NIP : 198610282020121001)
Anggota Peneliti : Moh. Arsyad Bahar, M.Sc. (NIP : 198704142019031007)

Telah diperiksa dan disetujui *reviewer* dan komite penilai pada tanggal 29 November 2021

Malang, 29 November 2021

Reviewer 1,



Dr. Sri Henny, M.Si

Reviewer 2,

Prof. Dr. Agung Sedayu, M.T

Komite Penilai,

Dr. H. Syaiful Mustofa, M.Pd

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Penelitian ini disahkan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Pada tanggal 29 November 2021

Peneliti

Ketua : Aldrin Yusuf Firmansyah, MT
NIP : 197708182005011001
Tanda Tangan



Anggota I : Harida Samudro, M.Ars
NIP : 198610282020121001
Tanda Tangan



Anggota II : Moh. Arsyad Bahar, M.Sc
NIP : 198704142019031007
Tanda Tangan



Ketua LP2M

UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. H. Agus Maimun, M.Pd.
NIP. 19650817 199803 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldrin Yusuf Firmansyah, MT
NIP : 197708182005011001
Pangkat /Gol.Ruang : Penata Tk. I III-D
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/ Teknik Arsitektur
Jabatan dalam Penelitian : Ketua Peneliti

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa dalam penelitian ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila dikemudian hari ternyata dalam penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan dan pelanggaran etika akademik, maka kami bersedia mengembalikan dana penelitian yang telah kami terima dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 29 November 2021

Ketua Peneliti,



Aldrin Yusuf Firmansyah, MT
NIP. 197708182005011001

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi secara makro oleh pentingnya aspek teknologi bangunan pada kurikulum pendidikan arsitektur, baik oleh *International of Union Architects* (UIA) sebagai lembaga pengelola kurikulum pendidikan arsitektur dunia, maupun oleh industri konstruksi. Hal ini mengingat pentingnya kajian pembelajaran bidang teknis berbasis teknik struktural, konstruksi, material yang responsif, interaktif, inovatif dan berpusat pada mahasiswa (*student centered learning*), serta perlu adaptasi terhadap revolusi industri 4.0. Pembelajaran Arsitektur saat ini juga terlalu berkonsentrasi terhadap bentuk, ruang, fungsi maupun teori-teori desain. Aspek fundamental lainnya sebagai pertimbangan adalah prodi Teknik Arsitektur UIN Malang telah berupaya membangun kurikulum arsitektur yang kontekstual dan berjati diri Islami dengan *backbone* mk. Desain Arsitektur Islami 1-6, yang terpadu dengan mk Teknologi Bangunan 1-4. Pandemi Covid-19 juga memunculkan hikmah tersendiri dibalik musibah, yaitu akan memunculkan kultur baru pembelajaran secara hibrida berupa integratif *online - offline*, serta interatif dan inovatif di masa mendatang meskipun pandemi sudah berlalu. Oleh karenanya, perlu dikaji bagaimana strategi penerapan teknologi bangunan dalam desain arsitektur islami sebagai pembelajaran arsitektur di masa depan yang interaktif dan inovatif. Penelitian berlandaskan teori *Technical Drawing Evaluation Grid* (TDEG) sebagai media eksplorasi aspek inovatif, dan teori *Problem Based Learning* (PBL) untuk aspek interaktif, dengan pendekatan kualitatif berdasarkan skala sikap Likert terhadap para mahasiswa Teknik Arsitektur UIN Malang yang telah mendapat pembelajaran mk. Teknologi Bangunan selama pembealajaran online masa pandemi Covid-19, serta ditunjang intreview dengan ahli kurikulum teknologi bangunan dari New Zealand sebagai mitra pengembangan akademik prodi Teknik Arsitektur UIN Malang. Hasil penelitian menunjukkan temuan inovasi pembelajaran teknologi bangunan pada aspek teknik, strategi, penilaian dan evaluasi.

Kata kunci : Teknologi bangunan, inovatif, interaktif.

4.2.1. Interaktif dan Inovatif dalam Pembelajaran Teknologi Bangunan.....	51
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1. Kesimpulan.....	61
5.2. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pembelajaran hal teknis didalam desain arsitektur didasarkan pada pembelajaran berbasis masalah (PBL) yang memiliki tujuan membangun pedagogi desain arsitektur sebagai implementasinya dalam dunia teknik. Implementasi ini menggerakkan murid belajar dibidang teknologi bangunan dengan lebih mengupayakan pada keberlanjutan dan pembelajaran yang lebih mandiri (Shareef and Farivarsadri, 2020). Didalam konteks pembelajaran online dibutuhkan metodologi pembelajaran interaktif dan kolaboratif yang mampu mengkombinasikan antara aspek teknis dan estetika. Metode pembelajaran seperti ini dapat membangkitkan motivasi murid dalam pembelajaran desain dengan teknologi dan konstruksi bangunan (Martí *et al.*, 2017). Didalam kolaborasi antara arsitektur, teknik dan industri konstruksi penggunaan visualisasi komputer dapat mengakomodir seluruh produk presentasi mulai dari konsep sampai tahap final dan dikembangkan kearah isu perawatan bangunan (Bouchlaghem *et al.*, 2005). Visualisasi komputer ini dibentuk dalam model tiga dimensional yang melibatkan keseluruhan tim desain dalam membentuk maksud desain dari klien. Permasalahan lainnya adalah pembelajaran arsitektur terlalu berkonsentrasi terhadap bentuk, ruang, fungsi dan teori-teori desain lainnya. Hal ini mengakibatkan sedikitnya perhatian aspek teknikal yang dalam hal ini adalah teknologi bangunan sebagai sarana pembentuk konstruksi sebuah bangunan (Rauf, Shareef and Ukabi, 2019). Penelitian ini memberikan pengetahuan pembelajaran teknologi bangunan pada desain arsitektur dengan memberikan pembelajaran yang lebih interaktif melalui media visualisasi komputer. Pembelajaran teknologi bangunan yang direncanakan di kurikulum pendidikan arsitektur UIN Maliki Malang telah dibentuk untuk diajarkan pada tahun kedua tepatnya pada semester ketiga dan seterusnya sampai pada tahap teknologi bangunan ke-empat. Menyoroti pentingnya pengalaman mengajar dalam bidang teknis dapat mengarahkan pada peningkatan pengajaran yang berbasis teknik struktural, konstruksi dan material (Shareef and Farivarsadri, 2020). Penelitian ini ditujukan kepada murid arsitektur yang belajar di arsitektur uin maliki malang yang dimulai dari konsepsi hingga perkembangannya dalam konteks teknologi bangunan. Tiga langkah utama yang akan dilakukan dalam pembelajaran ini adalah dengan memberikan stimulus berupa studi kasus, praktik langsung dalam memahami konstruksi bangunan dan diskusi dalam memberikan pemahaman keterkaitannya antara hal teknis dan arsitektural (Sgambi *et al.*, 2019). Kehadiran teknologi modern masa kini dalam dunia konstruksi juga semakin mempermudah publik dan

arsitek mewujudkan image-image baru tersebut ke dalam sosok bangunan (Sadana, 2017). Integrasi teknologi dengan desain arsitektur dapat dicapai dengan penggunaan building information modelling (BIM) yang menyeluruh mulai dari tahap awal mendesain sampai aspek struktur dan mekanikal (Leite and Brooks, 2020).

Peta Pembelajaran Desain Arsitektur Islami (DAI)

Amanah (أمانة) adalah suatu kata yang mengandung arti kesetiaan, kejujuran, integritas, kelurusinan, titipan dan tugas. Adapun amanah dalam artinya sebagai tugas adalah suatu tugas yang teratur dan terkendali, bukanlah suatu tugas yang berantakan dan tanpa aturan. Sudah menjadi cita-cita dari setiap manusia untuk menjadi dan selalu amanah. Sehingga ia dapat menyelesaikan tugas-tugasnya dengan baik dan dapat menepati janji-janjinya.

Dan (sungguh beruntung) orang yang memelihara amanat-amanat dan janjinya.” (QS Al Mu’minun 23 : 8)

Usahakanlah sebaik-baiknya kejelasan akan tugas, agar para pihak yang terlibat merasa aman bahwa ia dapat amanah dalam tugas. Janganlah tergesa-gesa dalam melaksanakan tugas sebelum jelas tugas tersebut.

Garis besar Peta Pembelajaran Brief Studio DAI Recontext.

Mk Dai	Focus Areas	Kata kunci	Pembelajaran
DAI 1	“mengenal huruf” recognizing phenomenon SPACE, FUNCTIONALITY AND MATERIALITY	<ul style="list-style-type: none"> • space forming • functionality • materiality • form and shape 	<p>Learning Objectives mampu mendesain ruang yang dibutuhkan atau lahir dari aktivitas utama, berfungsi tunggal, beserta selubung pembentuk tangible intangible nya.</p> <p>Issues & Discussions visual & materiality tangible intangible properties, space tangible intangible boundaries, human spatial needs, construction basics.</p> <p>Assignment 2-3 micro public spaces (art installation/sculpture, viewing platform, public outdoor seating (halte), public restroom, undetermined public features).</p>

			Sketchbook and large/medium scale model that communicates materiality and structural construction.
DAI 2 +	“membunyikan huruf” sounding phenomenon ENVIRONMENTAL STUDIES	<ul style="list-style-type: none"> • spatial perception • spatial quality • design for community • site specific analysis • human behaviour 	<p>Learning Objectives mampu mendesain ruang publik berfungsi komunal yang ‘berbunyi’: mengenali potensi tapak, alam & masyarakatnya</p> <p>Issues & Discussions recognizing site potential (opportunity and constraints); user specific analysis; space: function and features; community awareness; building material tangible intangible values.</p> <p>Assignment 2 public social facilities (masjid, kindergarten, city park and playground). Sketchbook, architectural drawing, and scale model that communicates space and function subdivisions.</p>
DAI 3 +	“membaca huruf” Reading phenomenon SOCIO CULTURAL STUDIES	<ul style="list-style-type: none"> • living space / dwelling • spatial hierarchy • programming • client communication • building cost • site/space optimization 	<p>Learning Objectives Mampu mendesain bangunan hunian berbasis kebutuhan pengguna dan anggaran tertentu. Mampu menjembatani keinginan pengguna dalam berbagai aspek desain bangunan: langgam, optimalisasi lahan dan ruang.</p> <p>Issues & Discussions Client communication, presentation and ethics; individual social behavior; activity and function programming; building style; neighborhood consideration; budgeting; technical documentation. Controlled scenario: Dosen Pengampu (principal) Asisten Dosen (Senior architect) mahasiswa (Freshman/Junior).</p>

			<p>Assignment</p> <p>Architectural and structural drawings, RAB and scale model that communicates client needs and comprehension.</p>
DAI 4 +	<p>“memahami huruf” knowing phenomenon</p> <p>TECHNICAL COMPREHENSION STUDIES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • site engineering • in-site infrastructure • building complex • site landscaping 	<p>Learning Objectives</p> <p>Memiliki kemampuan mendesain komplek bangunan dalam suatu kawasan/tapak berkontur. Desain membutuhkan organisasi aktivitas dan fungsi yang lebih terencana.</p> <p>Issues & Discussions</p> <p>Activity and function organization; schematic thinking; site engineering technique; urban/rural context, ecological context;).</p> <p>Assignment</p> <p>Mempersempit jumlah massa cukup 3-4, dengan bangunan sampai 4 lantai. Pengajar memberi overview programming, penekanan pada keselarasan antar bangunan (fungsi dan desain) dan dengan lingkungan tapak (berkontur). Contoh fungsi: pendidikan (sekolah/pesantren/balai pelatihan, industri (pabrik, UKM), pariwisata, resort/cottage, dsb.</p>
DAI 5 +	<p>“membaca dibalik huruf” reading the intangible</p> <p>URBAN DEVELOPMENT STUDIES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mixed-used development • urban fabric • communal spaces • high-rise design 	<p>Learning Objectives</p> <p>mampu melahirkan konsep desain bangunan/kawasan mixed use dengan melihat potensi dan isu kawasan kota.</p> <p>Issues & Discussions</p> <p>vertical and horizontal mixed use, vertical housing, revitalizing city spaces: regulating urban growth, environmental concerns: traffic, city water management, water retention.</p>

			<p>Assignment</p> <p>Satu proyek kawasan mixed use berbagai konfigurasi fungsi dan tipologi bentuk, dengan melibatkan penerapan gedung medium high rise sesuai kebutuhan dan peraturan tapak di wilayah kota.</p> <p>Sketchbook, APREB, digital animation and or area building model. Less about civil and MEE, more about designing spaces and solving issues.</p>
DAI 6 +	<p>“mengerti huruf” understanding phenomenon</p> <p>PHILOSOPHICAL INTEGRAL STUDIES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • collaborative design • thematic issues • hybrid/integral • approach to design 	<p>Learning Objectives</p> <p>Belajar mengerjakan proyek kolaboratif arsitektur/produk/kawasan tanpa melihat skala kuantitas. dengan menggunakan pendekatan yang beragam sesuai bakat potensi masing masing mahasiswa dan isu/ kebutuhan proyek tersebut.</p> <p>Issues & Discussions</p> <p>sesuai kebutuhan: isu terkini / kejadian luar biasa / sayembara desain / kompetisi desain.</p> <p>Assignment</p> <p>Objek desain hasil kolaboratif yang berdasarkan event tertentu</p>

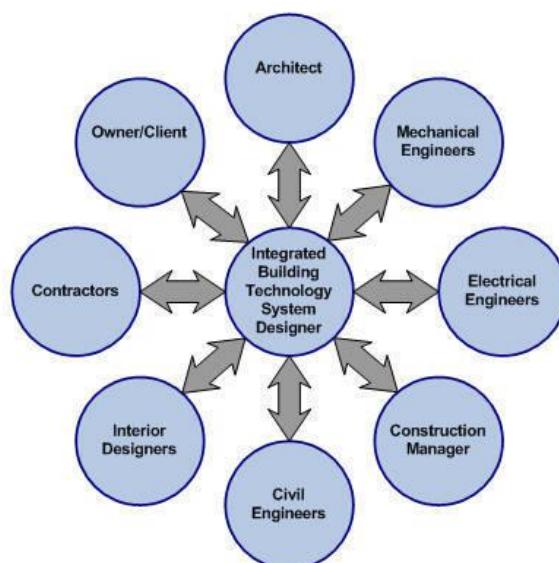
Jenis pendekatan desain yang digunakan studio DAI adalah dari International Union of Architect (UIA) yaitu estetika, budaya, fungsi, konteks (lingkungan), teknologi dan teoritikal (UIA, 2014). Estetika adalah untuk menghasilkan komposisi bentuk tunggal sederhana Estetis & proporsional dengan mengeksplorasi bentuk dengan pertimbangan logika struktur dan material sederhana. Budaya menghasilkan komposisi bentuk tunggal sederhana dengan memperhatikan aspek-aspek budaya untuk mengaplikasikan elemen dasar struktur, alas, dinding dan penutup atas. Fungsi menghasilkan komposisi bentuk tunggal kompleks dengan karakter, konfigurasi ruang fungsi tertentu yang memiliki kemampuan memilih sistem struktur dan material bangunan sederhana yang tepat. Konteks (lingkungan) menghasilkan komposisi bentuk jamak sebagai respon terhadap faktor internal dan eksternal tapak yang memiliki

kemampuan mengolah tata masa majemuk di lahan berkontur dengan struktur bangunan 1-4 lt. Teknologi menghasilkan komposisi bentuk tunggal/jamak vertikal & horizontal sesuai struktur dengan pertimbangan efisiensi dan stabilitas bangunan yang memiliki kemampuan memilih dan mendesain sistem struktur dan material bangunan tinggi dan bentang lebar. Menghasilkan desain bangunan tunggal/jamak dengan tema, pendekatan, metode, dan konsep tertentu yang memiliki kemampuan dalam menerapkan sistem struktur dan konstruksi yang sesuai dengan kompleksitas rancangan.

Kerangka Pembelajaran Teknologi Bangunan (Tekbang)

Istilah 'teknologi bangunan' mengacu pada proses dan metode teknis yang digunakan dalam membangun Gedung (*Building technology*, no date). Teknologi bangunan sekarang ini menjadi aspek penting dalam industri konstruksi. Teknologi bangunan meliputi; material dan aplikasinya, sifat fisik, kapasitas dan kerentanan; fungsi komponen dan sistem; prinsip, prosedur, dan detail perakitan bangunan; strategi operasi dan sebagainya.

Perkembangan desain dan konstruksi bangunan saat ini menjadikan teknologi sebagai aspek utama untuk membantu dan memberikan kemudahan di dalamnya. Seperti penggunaan software digital dan jaringan kerja (networking) yang menerapkan sistem Building Information Modelling (BIM). Teknologi membuat kinerja lebih efisien dan tepat, menghubungkan setiap disiplin keilmuan yang memiliki arah yang sama dalam satu waktu. *The construction industry requires to investigate techniques to decrease project cost, reduce project duration, increase productivity, and improve quality (Azhar, 2011). BIM has been accepted in the construction industry as a new approach to achieving these objectives (Wang, no date).*



Revolusi industri 4.0 dalam bidang konstruksi juga telah berjalan. Belakangan ini teknologi digital mulai memasuki industri, secara bertahap mengubah cara infrastruktur, real estat, dan aset terbangun lainnya dalam aspek desain, bangunan, operasional dan pemeliharaan. Teknologi ini, termasuk pemodelan informasi bangunan (BIM), prefabrikasi, sensor nirkabel, pencetakan 3D dan peralatan otomatis dan robotik, memengaruhi seluruh industry (*The Fourth Industrial Revolution is about to hit the construction industry. Here's how it can thrive*, no date).



Menurut World Economic Forum, Boston Consulting Group, Top 10 disruptive technologies in construction di Revolusi industri 4.0 dalam bidang konstruksi mencakup; Prefabrikasi dan konstruksi modular, Bahan bangunan canggih, 3d printing dan penambahan manufaktur, Konstruksi otomatis, Augmented reality dan visualisasi, Big data (server) dan analisa prediksi, Pengawasan nirkabel dan peralatan yang terkoneksi, Jaringan internet dan kolaborasi real time, 3d scanning dan fotografi dan Building Information Modelling (BIM) (Siebelink *et al.*, 2021). Dengan perkembangan global tersebut, perlunya persiapan sumber daya manusia yang dibekali dengan pemahaman dan ketrumilan tentang teknologi bangunan. Dalam mata kuliah teknologi bangunan ini, seluruh aspek tersebut harus dimasukkan dan mulai dipelajari. Khususnya tentang teknologi material, teknologi struktur, teknologi konstruksi dan sains bangunan yang keeluruhannya mengarah kepada sustainable construction.

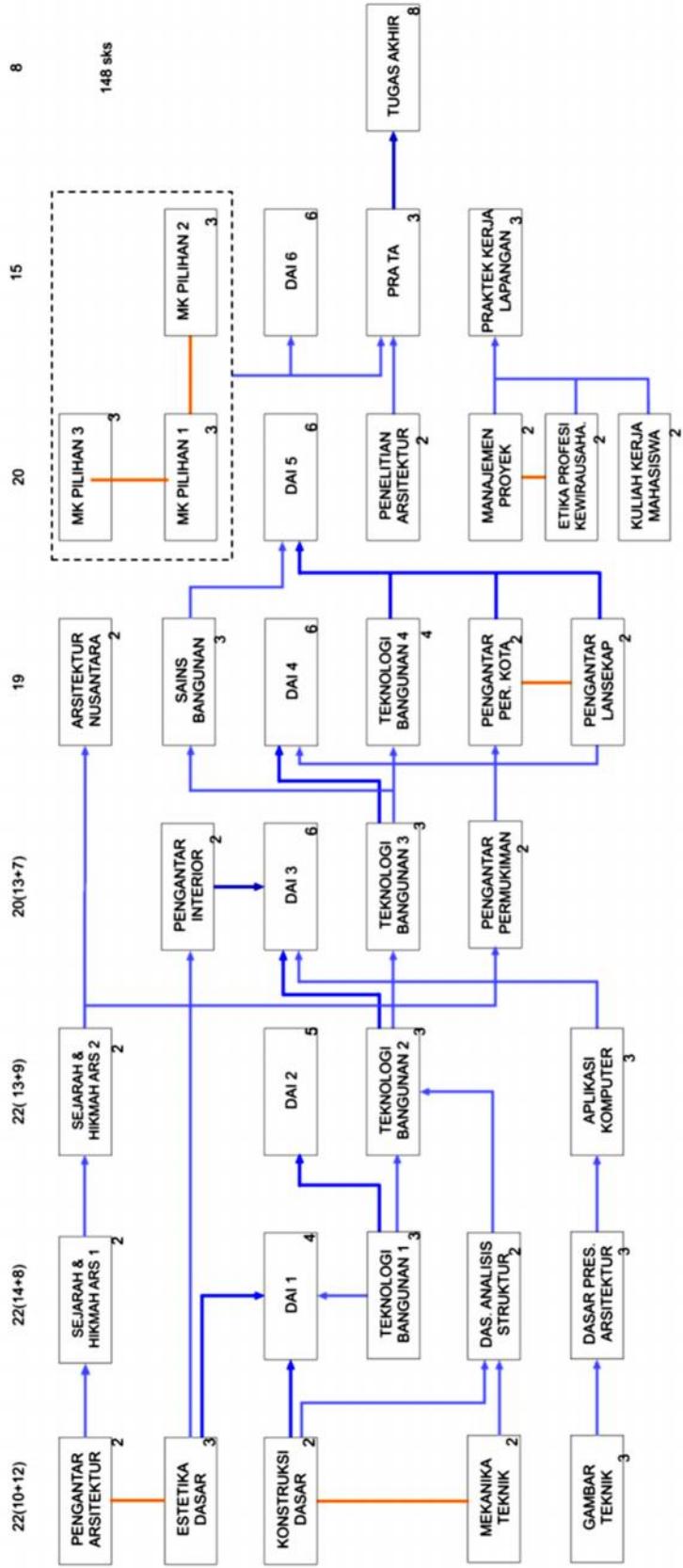
Berdasarkan Kurikulum Jurusan Teknik Arsitektur UIN Maliki Malang tahun 2018, mata kuliah Teknologi Bangunan (TekBang/TB) merupakan penunjang utama mata kuliah Desain Arsitektur Islami (DAI). Mata kuliah Teknologi Bangunan berfokus kepada struktur, material, kinerja bangunan, teknologi dan konstruksi yang sustainable. Teknologi Bangunan dibagi menjadi 4 tingkatan yang mana masing-masing memiliki fungsi penunjang dalam setiap tingkatan DAI, yaitu Teknologi Bangunan 1 sebagai penunjang DAI 2, Teknologi Bangunan 2

sebagai penunjang DAI 3, Teknologi Bangunan 3 sebagai penunjang DAI 4 dan Teknologi Bangunan 4 sebagai penunjang DAI 5. Secara garis besar, Teknologi Bangunan mempelajari tentang struktur, konstruksi, material bangunan, sains bangunan, utilitas bangunan, manajemen proyek dan lingkungan binaan berkelanjutan. Pengetahuan tentang Teknologi Bangunan sangat penting dalam desain studio ataupun konstruksi nyata dalam mewujudkan bangunan yang memiliki keandalan, kelayakan dan berasaskan prinsip sustainable construction.

Berdasarkan Kurikulum Jurusan Teknik Arsitektur UIN Maliki Malang tahun 2018, mata kuliah Teknologi Bangunan (TekBang/TB) merupakan penunjang utama mata kuliah Desain Arsitektur Islami (DAI). Mata kuliah Teknologi Bangunan berfokus kepada struktur, material, kinerja bangunan, teknologi dan konstruksi yang sustainable. Teknologi Bangunan dibagi menjadi 4 tingkatan yang mana masing-masing memiliki fungsi penunjang dalam setiap tingkatan DAI, yaitu Teknologi Bangunan 1 sebagai penunjang DAI 2, Teknologi Bangunan 2 sebagai penunjang DAI 3, Teknologi Bangunan 3 sebagai penunjang DAI 4 dan Teknologi Bangunan 4 sebagai penunjang DAI 5. Secara garis besar, Teknologi Bangunan mempelajari tentang struktur, konstruksi, material bangunan, sains bangunan, utilitas bangunan, manajemen proyek dan lingkungan binaan berkelanjutan. Pengetahuan tentang Teknologi Bangunan sangat penting dalam desain studio ataupun konstruksi nyata dalam mewujudkan bangunan yang memiliki keandalan, kelayakan dan berasaskan prinsip sustainable construction.

Berikut merupakan hubungan mata kuliah teknologi bangunan dengan mata kuliah studio DAI dan posisinya di kurikulum Prodi Arsitektur UIN Malang.

Mk DAI	Mk Teknologi Bangunan	Fokus areas
DAI 1	Konstruksi Dasar	Pengetahuan dasar tentang bahan bangunan lokal yang umum digunakan, meliputi pembahasan tentang proses, standar dan karakteristik bahan bangunan juga aplikasi material sebagai dasar konstruksi dalam sistem struktur dan selubung bangunan.
DAI 2 +	Teknologi Bangunan 1	Mencakup pengetahuan perilaku elemen struktur dan kekuatan material. Konsep dasar elemen struktur terhadap kondisi kesetimbangan, perilaku material, dan dasar sistem servis bangunan.
DAI 3 +	Teknologi Bangunan 2	Konsep dasar struktur, material dan utilitas bangunan yang mempengaruhi perkembangan bentuk dan ruang arsitektur. Memberikan pengetahuan secara keseluruhan tentang sistem struktur bangunan termasuk biaya yang dikeluarkan dalam dokumen perencanaan sederhana.
DAI 4 +	Teknologi Bangunan 3	Memberikan pengetahuan dasar tentang sistem struktur, material dan utilitas bangunan bentang lebar serta konsep penerapannya pada lahan berkontur.
DAI 5 +	Teknologi Bangunan 4	Memberikan pengetahuan struktur, material dan utilitas secara terintegrasi multi level yang berkaitan dengan kemampuan menghadapi potensi bencana.
DAI 6 +	Tidak ada	Tidak ada



Teknologi Bangunan selain membahas struktur dan utilitas, juga membahas sistem-sistem ventilasi, akustik, pencehayaan (alami dan buatan) alias Sinergi KBK Building Science dan Sustainable Construction.

feeder langsung
penunjang
sinergi

Kompetensi dasar DAI dan Tekbang

TEKBANG	1	2	3	4
LEARNING OBJECTIVES	<p>Mengetahui dan memahami struktur, konstruksi, material dan utilitas bangunan lantai 1.</p> <p>Mengetahui dan memahami infrastuktur dan sains bangunan sederhana</p>	<p>Memahami pengetahuan Teknologi Bangunan 1 dan DAI 1</p> <p>Mengetahui dan memahami struktur, konstruksi, material dan utilitas bangunan lantai 2</p> <p>Mengetahui dan memahami Gambar Kerja (DED), Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Rencana Kerja dan Syarat-Sayat (RKS)</p>	<p>Memahami pengetahuan Teknologi Bangunan 2 dan DAI 2</p> <p>Mengetahui dan memahami struktur, konstruksi, material dan utilitas bangunan 3 sampai 5 lantai</p> <p>Mengetahui dan memahami pemetaan Kawasan, pengolahan lahan; cut & fill, retaining wall, dan lainnya</p> <p>Mengetahui dan memahami utilitas dan infrastuktur Kawasan berkontur, jalan, jembatan, ramp dan lainnya</p> <p>Mengetahui dan memahami sistem struktur bentang lebar, split level, dilatasi dan seismic resistant</p>	<p>Memahami pengetahuan Teknologi Bangunan 3 dan DAI 3</p> <p>Mengetahui dan memahami struktur, konstruksi, material dan utilitas bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai</p> <p>Mengetahui dan memahami sistem transportasi horizontal dan vertikal bangunan tinggi</p> <p>Mengetahui dan memahami building performance dan seismic resistant untuk bangunan tinggi</p> <p>Mengetahui dan memahami urban linkage system dalam perencanaan bangunan tinggi</p> <p>Mengetahui dan memahami analisa dampak lingkungan dalam perencanaan bangunan tinggi</p>
ISSUES & DISCUSSIONS	<p>Mampu menerapkan stuktur, material dan utilitas bangunan lantai 1</p> <p>Mampu menerapkan prinsip-prinsip efisiensi konstruksi dan maintenance pada bangunan lantai 1</p> <p>Mampu menerapkan prinsip-prinsip sains bangunan ramah lingkungan</p>	<p>Mampu mereview pengetahuan Teknologi Bangunan 1 dan DAI 1</p> <p>Mampu menerapkan stuktur, material dan utilitas bangunan 3 sampai 5 lantai</p> <p>Mampu menerapkan prinsip-prinsip efisiensi konstruksi dan maintenance pada bangunan lantai 2</p> <p>Mampu menentukan kebutuhan Gambar Kerja (DED), Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Rencana Kerja dan Syarat-Sayat (RKS)</p>	<p>Mampu mereview pengetahuan Teknologi Bangunan 2 dan DAI 2</p> <p>Mampu menerapkan stuktur, material dan utilitas bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai</p> <p>Mampu menerapkan prinsip-prinsip efisiensi konstruksi dan maintenance pada bangunan 3 sampai 5 lantai</p> <p>Mampu memetakan Kawasan dan menentukan pengolahan lahan; cut & fill, retaining wall, dan lainnya</p> <p>Mampu menerapkan sistem utilitas dan infrastuktur Kawasan berkontur, jalan, jembatan, ramp dan lainnya</p> <p>Mampu menentukan sistem struktur bentang lebar, split level, dilatasi dan seismic resistant</p>	<p>Mampu mereview pengetahuan Teknologi Bangunan 3 dan DAI 3</p> <p>Mampu menerapkan stuktur, material dan utilitas bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai</p> <p>Mampu menerapkan prinsip-prinsip efisiensi konstruksi dan maintenance pada bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai</p> <p>Mampu menentukan sistem building performance dan seismic resistant untuk bangunan tinggi</p> <p>Mampu menerapkan strategi urban linkage system dalam perencanaan bangunan tinggi</p> <p>Mampu mengidentifikasi analisa dampak lingkungan dalam perencanaan bangunan tinggi</p>

Mind Map Rencana Pembelajaran DAI dan Tekbang

MATA KULIAH	KEDALAMAN & KELUASAN	RUANG LINGKUP UTILITAS	RUANG LINGKUP SAINS BANGUNAN	STUDI KASUS	LABORATORIUM PENDUKUNG
KONSTRUKSI DASAR	'Mengenal' mengenal dasar-dasar material, struktur dan konstruksi	-	Material Ramah Lingkungan	Objek DAI 1	Lab. Tekbang
DASAR ANALISA STRUKTUR	'Mengenal' mengetahui perilaku struktur konstruksi (analisa)	Analisa utilitas bangunan sederhana 1 lantai	Sistem ramah lingkungan	Objek TB 2	Lab Tekbang
TEKNOLOGI BANGUNAN 1	'Mengenal' mengetahui secara umum sistem struktur dan konstruksi bangunan 1 lantai (efisiensi konstruksi dan maintenance)	Mengenal sistem utilitas sederhana (prinsip infrastuktur dasar; air, listrik, drainase, limbah, sampah, dll)	Pengkondisian udara dan persampahan	Objek DAI 2	Lab Tekbang
TEKNOLOGI BANGUNAN 2	'Membunyikan' menganalisis struktur konstruksi sederhana bangunan 2 lantai (teknik efisiensi konstruksi)	Pertimbangan vertikal (utilitas rumah 2 lantai)	Pertimbangan Vertikal (2 lantai)	Objek DAI 3 (Aplikasi Komputer, RAB, Spesifikasi Teknis)	Lab Tekbang Lab Digital Lab DAI
TEKNOLOGI BANGUNAN 3	'Membaca' mengaplikasikan struktur kompleks tingkat tinggi	<i>Pertimbangan kawasan, kontur sistem terpadu, pertimbangan seismik horizontal, infrastruktur kawasan (3-5 lantai)</i>	Optimalisasi tata masa Sains bangunan terpadu Ramah Lingkungan Waste Water Management	Objek DAI 4	Lab Tekbang Lab Digital Lab DAI
TEKNOLOGI BANGUNAN 4	'Memahami' Advance Structure Bentang lebar dan bangunan tinggi, Seismic, vertikal	Bangunan tinggi, utilitas kompleks, Multifungsi (mixed-use building), Smart Utility (>6 lantai)	Smart sains building	Objek DAI 5	Lab Tekbang Lab Digital Lab DAI

TEKBANG 1

TEKNOLOGI BANGUNAN 1

1. Deskripsi

Teknologi Bangunan 1 adalah mata kuliah yang mempelajari tentang struktur, infrastruktur, konstruksi, material dan utilitas bangunan sederhana 1 lantai dan dengan mempertimbangkan aspek-aspek atau nilai-nilai keislaman. Selain itu juga dikenalkan tentang efisiensi konstruksi, perawatan bangunan, sains bangunan dan material ramah lingkungan.

Teknologi Bangunan 1 memiliki posisi sebagai pendukung mata kuliah Desain Arsitektur Islami 2 (DAI 2), sehingga dalam proses pendidikan dan pengajarannya perlu juga mempertingkatkan keselarasan dan relevansi dengan mata kuliah tersebut.

2. Studi Kasus

Objek studi kasus Teknologi Bangunan 1 disesuaikan dengan objek rancangan DAI 2 (Masjid Komunitas)

3. Capaian Pembelajaran

- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **struktur, konstruksi, material** dan **utilitas** bangunan sederhana 1 lantai.
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **modul** atau **grid stuktur** bangunan sederhana 1 lantai
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prinsip **efisiensi konstruksi dan perawatannya**
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prinsip **infrastruktur** dasar; akses jalan, sumber air, jaringan listrik dan telekomunikasi, drainase, limbah dan sampah.
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prinsip **sains bangunan** ramah lingkungan.

4. Materi Pembelajaran

- 1) **Pengenalan Komponen Struktur**; bangunan sederhana 1 lantai; pondasi, kolom, balok dan atap
- 2) **Pengenalan Jenis-Jenis Struktur**; bangunan sederhana 1 lantai; rangka, box, membrane-rope, struktur pelengkung (kesetabilan struktur), cangkang sederhana, dan lainnya
- 3) **Pengenalan Modul atau Grid Struktur** bangunan sederhana 1 lantai
- 4) **Pengenalan Material Bangunan** sederhana 1 lantai; material alam dan material buatan
- 5) **Pengenalan Alat dan Proses Konstruksi** bangunan sederhana 1 lantai; manual dan pemanfaatan teknologi konstruksi yang mengarah kepada efisiensi konstruksi dan perawatan bangunan
- 6) **Pengenalan Sistem Utilitas** bangunan sederhana 1 lantai; listrik, air bersih, air kotor, pengkondisian udara (AC, kipas, dll), dan lainnya
- 7) **Pengenalan Infrastruktur** dasar; akses jalan, sumber air, jaringan listrik dan telekomunikasi (wifi), cctv, drainase, limbah dan sampah
- 8) **Pengenalan Sains bangunan** sederhana 1 lantai;
Pemanfaatan lingkungan, teknologi tepat-guna dan kenyamanan ruang dalam-luar

TEKBANG 2

TEKNOLOGI BANGUNAN 2

1. Deskripsi

Teknologi Bangunan 2 adalah mata kuliah yang mempelajari tentang struktur, infrastruktur, konstruksi, material dan utilitas bangunan 2 lantai dan dengan mempertimbangkan aspek-aspek atau nilai-nilai keislaman. Mempelajari dan memahami Gambar Kerja (DED), Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Rencana Kerja dan Syarat-Sayat (RKS). Selain itu juga dikenalkan tentang efisiensi konstruksi, perawatan bangunan, sains bangunan dan material ramah lingkungan.

Teknologi Bangunan 2 memiliki posisi sebagai pendukung mata kuliah Desain Arsitektur Islami 3 (DAI 3), sehingga dalam proses pendidikan dan pengajarannya perlu juga mempertingkatkan keselarasan dan relevansi dengan mata kuliah tersebut.

2. Studi Kasus

Objek studi kasus Teknologi Bangunan 2 disesuaikan dengan objek rancangan DAI 3 (Rumah Tinggal)

3. Capaian Pembelajaran

- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **struktur, konstruksi, material** dan **utilitas** bangunan 2 lantai.
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **Gambar Kerja (DED)** sederhana bangunan 1 atau 2 lantai
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **Rencana Anggaran Biaya (RAB)** sederhana bangunan 1 atau 2 lantai
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)** sederhana bangunan 1 atau 2 lantai
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prisip **efisiensi konstruksi** dan **perawatannya** untuk bangunan 1 atau 2 lantai
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prinsip **infrastruktur** dasar; akses jalan, sumber air, jaringan listrik dan telekomunikasi, drainase, limbah dan sampah untuk bangunan 1 atau 2 lantai.
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prinsip **sains bangunan** ramah lingkungan untuk bangunan 1 atau 2 lantai.

4. Materi Pembelajaran

- 1) **Pengenalan Komponen struktur** bangunan 2 lantai; pondasi, kolom, balok, plat lantai dan atap
- 2) **Pengenalan Jenis-Jenis Struktur** bangunan 2 lantai; rigit kolom-balok, box, membrane-rope, cangkang, dan lainnya.
- 3) **Pengenalan Material bangunan** 2 lantai; material alam dan material pabrikasi
- 4) **Pengenalan dan Praktik Penyusunan Gambar Kerja (DED)** sederhana bangunan 1 atau 2 lantai
- 5) **Pengenalan dan Praktik Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB)** sederhana bangunan 1 atau 2 lantai
- 6) **Pengenalan dan Praktik Penyusunan Spesifikasi Tekniks** (Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)) sederhana bangunan 1 atau 2 lantai

- 7) **Pengenalan Alat dan poroses konstruksi** bangunan 2 lantai; manual dan pemanfaatan teknologi konstruksi yang mengarah kepada efisiensi konstruksi dan perawatan bangunan
- 8) **Pengenalan Utilitas** bangunan 2 lantai; listrik, air bersih, air kotor, pengkondisian udara, dan lainnya.
- 9) **Pengenalan Infrastruktur** dasar; akses jalan, sumber air, jaringan listrik dan telekomunikasi, drainase, limbah dan sampah untuk bangunan bangunan 1 atau 2 lantai.
- 10) **Pengenalan Sains bangunan** untuk bangunan 2 lantai; pemanfaatan lingkungan, teknologi tepat-guna dan kenyamanan ruang dalam-luar.

TEKBANG 3

TEKNOLOGI BANGUNAN 3

1. Deskripsi

Teknologi Bangunan 3 adalah mata kuliah yang mempelajari tentang struktur, infrastruktur, konstruksi, material dan utilitas bangunan 3 sampai 5 lantai dan dengan mempertimbangkan aspek-aspek atau nilai-nilai keislaman. Kemudian juga mempelajari dan memahami tentang pemetaan kawasan, pengolahan lahan; cut & fill, retaining wall, dan lainnya. Selain itu juga dikenalkan tentang efisiensi konstruksi, perawatan bangunan, sains bangunan dan material ramah lingkungan tingkat lanjut untuk cakupan lebih luas (skala kawasan).

Teknologi Bangunan 3 memiliki posisi sebagai pendukung mata kuliah Desain Arsitektur Islami 3 (DAI 3) dan Desain Arsitektur Islami 4 (DAI 4), sehingga dalam proses pendidikan dan pengajarannya perlu juga mempertingkatkan keselarasan dan relevansi dengan mata kuliah tersebut.

2. Studi Kasus

Objek studi kasus Teknologi Bangunan 2 disesuaikan dengan objek rancangan DAI 3 (Rumah Tinggal)

3. Capaian Pembelajaran

- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **struktur, konstruksi, material** dan **utilitas** bangunan 3 sampai 5 lantai.
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang teknik dan strategi **pemetaan kawasan**
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **tata guna lahan**; bangunan, landscape dan sirkulasi
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **pengolahan lahan datar dan berkontur**; Land leveling cut & fill, retaining wall, dan lainnya.
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **sistem struktur** bentang lebar, split level, dilatasii dan seismic resistant
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prinsip **infrastruktur** dasar; akses jalan, sumber air, jaringan listrik dan telekomunikasi, drainase, limbah dan sampah untuk bangunan 3 sampai 5 lantai dan untuk cakupan lebih luas (skala kawasan)
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prinsip **sains bangunan** ramah lingkungan untuk bangunan 3 sampai 5 lantai dan kawasan

4. Materi Pembelajaran

- 1) **Komponen struktur** bangunan 3 sampai 5 lantai; pondasi, kolom, balok, plat lantai dan atap
- 2) **Jenis-jenis struktur** bangunan 3 sampai 5 lantai; rigit kolom-balok, bentang lebar, split level, dilatasi, seismic resistant dan lainnya.
- 3) **Material bangunan** bangunan 3 sampai 5 lantai; material alam dan material pabrikasi
- 4) Materi dasar tentang teknik dan strategi **Pemetaan Kawasan**
- 5) Materi dasar tentang teknik dan strategi **Tata Guna Lahan**; bangunan, landscape dan sirkulasi
- 6) Materi dasar tentang teknik dan strategi **pengolahan lahan datar dan berkontur**; Land leveling, cut & fill, retaining wall, dan lainnya
- 7) **Alat dan poroses konstruksi** bangunan 3 sampai 5 lantai dan kawasan; manual dan pemanfaatan teknologi kosntruksi yang mengarah kepada efisiensi konstruksi dan perawatan bangunan
- 8) **Utilitas** bangunan 3 sampai 5 lantai dan kawasan; listrik, air bersih, air kotor, pengkondisian udara, dan lainnya.
- 9) Prinsip-prinsip **infrastruktur**; akses jalan, sumber air, jaringan listrik dan telekomunikasi, drainase, limbah dan sampah untuk bangunan 3 sampai 5 lantai dan untuk cakupan lebih luas (skala kawasan).
- 10) **Sains bangunan** untuk bangunan 3 sampai 5 lantai dan kawasan; pemanfaatan lingkungan, teknologi tepat-guna dan kenyamanan ruang dalam-luar.

TEKBANG 4

TEKNOLOGI BANGUNAN 4

1. Deskripsi

Teknologi Bangunan 4 adalah mata kuliah yang mempelajari tentang struktur, infrastruktur, konstruksi, material dan utilitas bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai dengan kompleksitas fungsi bangunan (*mix-use building*) yang bersifat bangunan fungsi komersial dan tetap mempertimbangkan aspek-aspek atau nilai-nilai keislaman.

Kemudian juga mempelajari dan memahami tentang prinsip-prinsip dasar building performance dan seismic resistant untuk bangunan tinggi. Selain bangunan, dalam teknologi bangunan 4 juga akan dikenalkan tentang urban linkage system dan analisa dampak lingkungan dalam perencanaan bangunan tinggi

Teknologi Bangunan 4 memiliki posisi sebagai pendukung mata kuliah Desain Arsitektur Islami 4 (DAI 4) dan Desain Arsitektur Islami 5 (DAI 5), sehingga dalam proses pendidikan dan pengajarannya perlu juga mempertingkatkan keselarasan dan relevansi dengan mata kuliah tersebut.

2. Capaian Pembelajaran

- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **struktur, konstruksi, material** dan **utilitas** bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai.
- Pengenalan dan pemahaman tentang **kompleksitas fungsi bangunan** (*mix-use building*)
- Pengenalan dan pemahaman tentang **bangunan fungsi komersial**
- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang prinsip-prinsip dasar **building performance** dan **seismic resistant** untuk bangunan tinggi.

- Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **urban linkage system** dan **analisa dampak lingkungan**
- Pengenalan dan pemahaman prinsip-prinsip **sains bangunan** ramah lingkungan untuk bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai

3. Materi Pembelajaran

- 1) Materi dasar tentang **Bangunan Tinggi 6 sampai 20 lantai, Kompleksitas Fungsi Bangunan** (*mix-use building*) dan **bangunan fungsi komersial**
- 2) **Komponen struktur** bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai; pondasi, kolom, balok, plat lantai, dinding struktural, dinding partisi, core, shaft, kantilever, atap dan lainnya
- 3) **Jenis-jenis struktur** bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai; rigit kolom-balok, kantilever, plat slab, self supporting box, dan lainnya
- 4) **Material bangunan** bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai; material pabrikasi; beton, baja, kaca, dan lainnya
- 5) **Sistem Transportasi Horizontal dan Vertikal** bangunan tinggi
- 6) **Utilitas** bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai; listrik, air bersih, air kotor, pengkondisian udara, *fire protection*, jaringan komunikasi, sampah dan lainnya.
- 7) **Alat dan proses konstruksi** bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai; manual dan pemanfaatan teknologi konstruksi yang mengarah kepada efisiensi konstruksi dan perawatan bangunan
- 8) Prinsip-prinsip **infrastruktur**; akses jalan, sumber air, jaringan listrik dan telekomunikasi, drainase, limbah dan sampah untuk bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai dengan kompleksitas fungsi bangunan (*mix-use building*) yang bersifat bangunan fungsi komersial
- 9) Prinsip-prinsip dasar **building performance** dan **seismic resistant** untuk bangunan tinggi
- 10) Pengenalan dan pemahaman dasar tentang **urban linkage system** dan **analisa dampak lingkungan**
- 11) **Sains bangunan** untuk bangunan tinggi 6 sampai 20 lantai dengan kompleksitas fungsi bangunan (*mix-use building*) yang bersifat bangunan fungsi komersial; pemanfaatan lingkungan, teknologi tepat-guna dan kenyamanan ruang dalam-luar.

1.2. RUMUSAN MASALAH

- a. Bagaimana terapan teknologi bangunan yang berbasis media visualisasi dapat diterapkan pada desain arsitektur islami sebagai media pembelajaran arsitektur di masa depan?
- b. Bagaimana strategi pembelajaran teknologi bangunan dalam rangka meningkatkan proses desain arsitektur islami yang tepat sasaran dimana membutuhkan tingkat keterampilan dan skill yang tinggi?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan pada pembahasan di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Untuk mengkaji penerapan teknologi bangunan yang interaktif dan inovatif melalui media visualisasi komputer terhadap proses desain arsitektur.
- b. Untuk mengkaji bagaimana menentukan strategi pembelajaran yang berbasis teknis dapat diterapkan dengan baik dalam proses desain arsitektur.
- c. Untuk mengkaji bagaimana kesadaran pembelajaran yang baru dapat digunakan sebagai landasan menentukan konsep yang tepat.

BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. KAJIAN TERDAHULU YANG RELEVAN

Relevansi ilmiah penelitian penerapan teknologi dalam proses desain arsitektur islami adalah untuk meningkatkan pembelajaran Arsitektur Islam yang diyakini akan menjadi acuan dalam membuat karya arsitektur yang baik. Berdasarkan hasil eksplorasi terhadap penelitian-penelitian terdahulu, peneliti menemukan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Meskipun terdapat keterkaitan pembahasan, penelitian ini masih sangat berbeda dengan penelitian terdahulu. Adapun beberapa penelitian terdahulu tersebut yaitu:

1. An Innovative Framework for Teaching/Learning Technical Courses in Architectural Education (Shareef and Farivarsadri, 2020). Artikel ini menjelaskan pembelajaran aspek teknis pada desain arsitektur didasarkan pada problem based learning (PBL). Hasil dari PBL ini memungkinkan murid untuk menemukan sendiri dan menyelesaikan permasalahan yang ada dilapangan tentunya dengan arahan dari dosenya. Beberapa hal yang perlu dikembangkan adalah kemampuan atau skill untuk memecahkan masalah dan materi teknis sebagai landasan murid menentukan solusinya.
2. Design of Interactive and Collaborative learning Units Using TICs in Architectural Construction Education (Martí *et al.*, 2017). Artikel ini memberikan tawaran pembelajaran yang berbasis interaktif dan kolaboratif melalui media visualisasi komputer. Beberapa hal yang perlu dikembangkan adalah terapan media visualisasi komputer ini berupa penerapan building information modelling (BIM) yang mulai diajarkan pada tahun pertama pembelajaran.

2.2 KONSEP ATAU TEORI YANG RELEVAN

Konsep yang digunakan dalam penelitian mengacu pada pembelajaran problem based learning (PBL) seperti yang tertera pada taksonomi gambar berikut ini (Barrows, 1986):



Taksonomi ini memungkinkan beragam variable masalah yang terjadi dalam dunia teknis untuk meningkatkan kualitas objek desain. Pembagian masalah ini memudahkan pengajar untuk

menenutkan metode pembelajaran berbasis masalah ini yang cocok sesuai dengan kapasitas kemampuan muridnya.

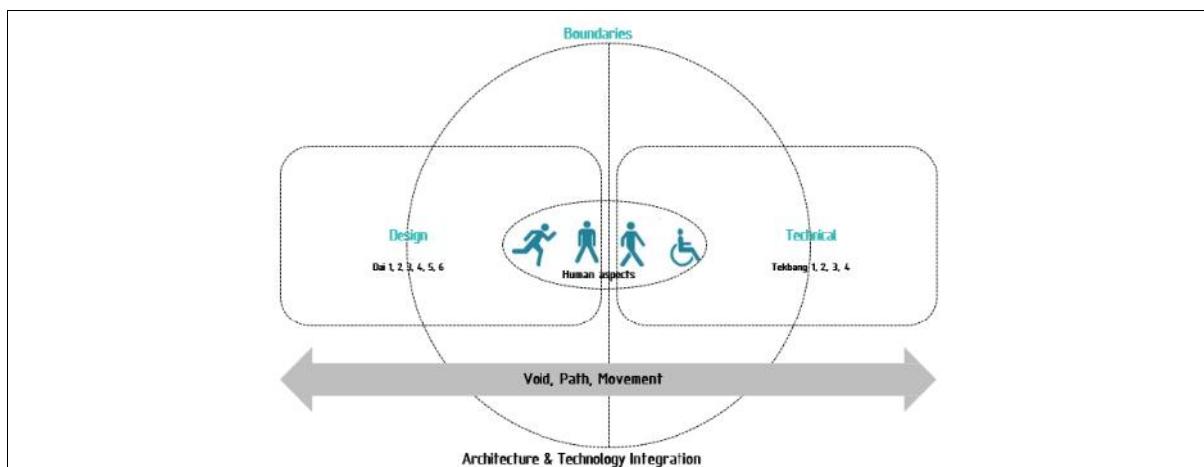
Perkembangan teknologi bangunan diawali dengan adanya bahan yang bersifat konvensional. Setelah mengalami perjalanan panjang akhirnya ditemukan sistem konstruksi gabungan seperti komposit, struktur tabung baja yang diisi dengan beton yang merupakan gabungan dari beberapa sistem struktur dan bahan yang berbeda membentuk suatu struktur baru, yang memanfaatkan kelebihan/keunggulan yang dimiliki oleh masing-masing sistem struktur dan bahan pembentuknya.

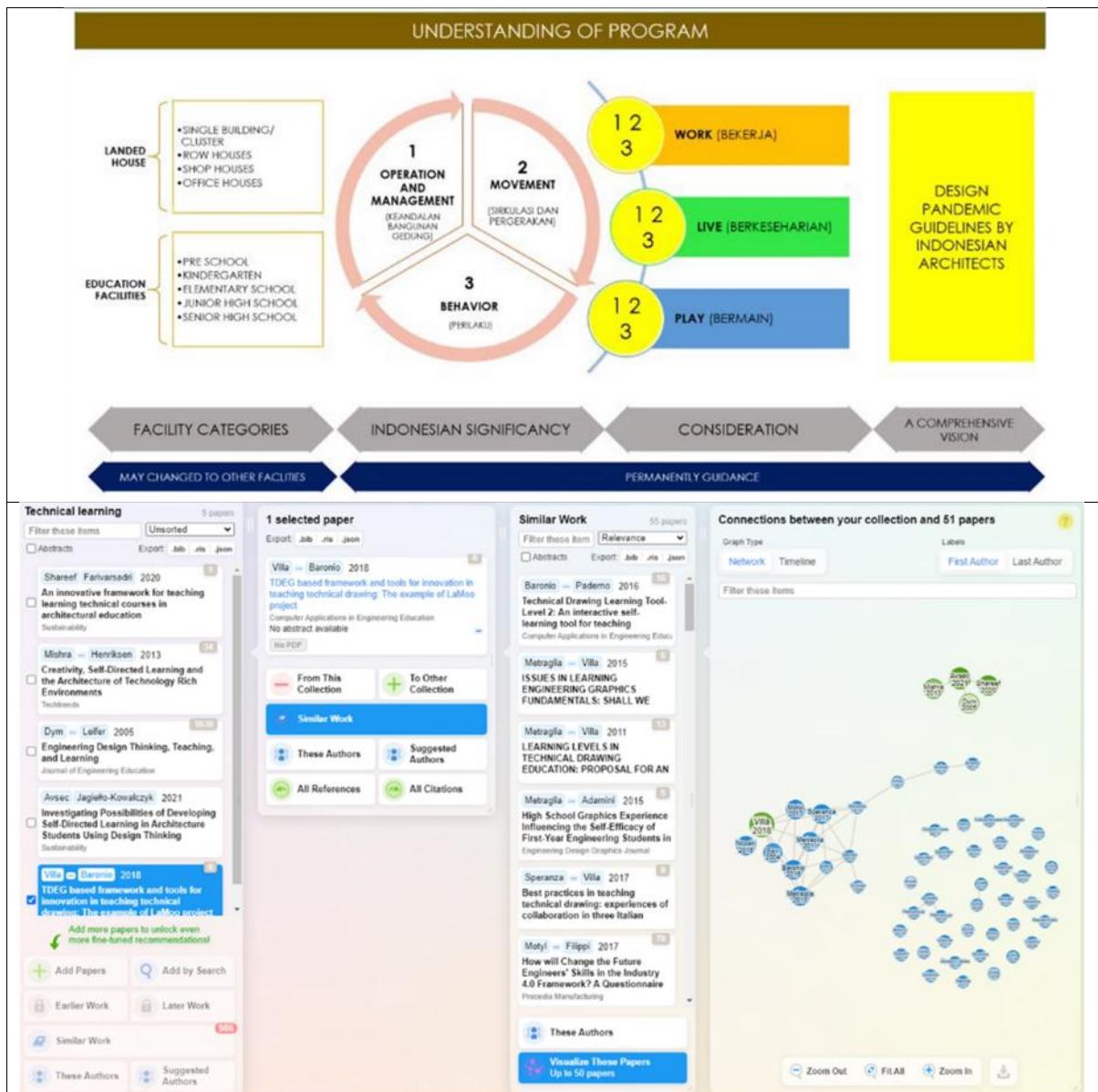
Penerapan konstruksi gabungan pada umumnya dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan dari segi ekonomis (biaya) dan efisiensi dalam pelaksanaan konstruksi serta mencapai daktilitas yang besar.

Table 1. Phases of the P's PBL in architectural construction.

Stage	Steps	Objective	Strategy
A	- Introduction to PBL complex	First statement of the case and problem analysis	
B	- Divide the problem into blocks	Identify areas of knowledge, explain, analyze and understand the requirements	
	1 Increase in information	Provide a more accurate approximation to the reality behind the problem. Explore all possible solutions	
	2 Hypothetic work based on systems	Apply knowledge to the hypothesis pertaining to construction systems. Detect problems and advantages	
C.1 to x	3 Selection of proposals to be developed	Review the hypotheses based on the requirements	
	4 Analyze "pitfalls" of the hypothesis	Locate the singularities of the system. Work on solutions. Revise plans based on the requirements	
	5 Formulate the proposed solution	Change / reaffirm the concreteness of the problem based on STEP 3 Provide 4 1/100 scale solution	
	6 Revision PBL1	Check consistency with the project and requirements	
D	- Propose solution	Results presentation	
E	- Evaluation	Qualitative revision	

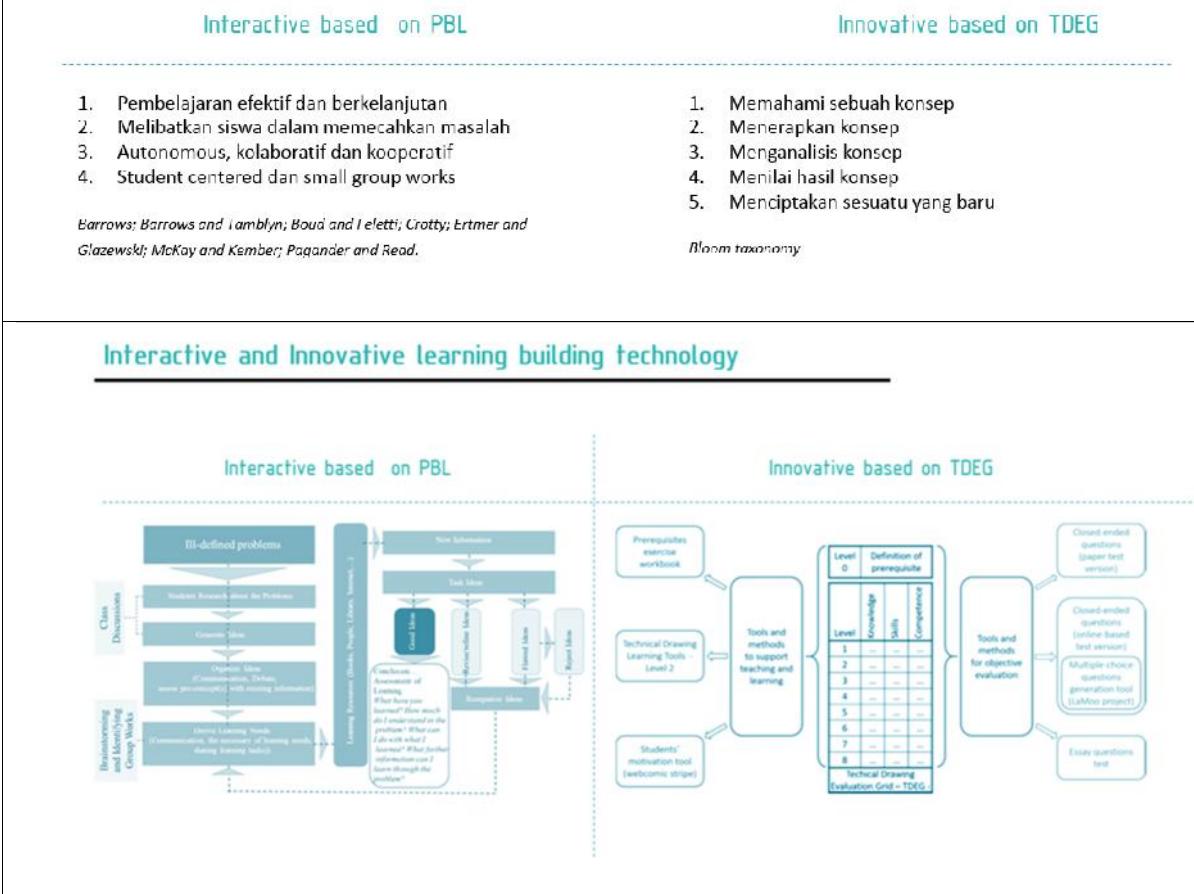
Tabel diatas menunjukkan strategi pembelajaran yang mengarahkan kepada hal teknis dengan menggunakan studi kasus dan permasalahan yang ada dilapangan. Secara skematis-ilustratif pemikiran yang berkenaan dengan upaya dalam kajian penelitian ini mengenai penerapan teknologi bangunan dalam Desain Arsitektur Islami sebagai pembelajaran arsitektur di masa depan yang interaktif dan inovatif tersaji sebagai berikut :





Koneksi riset dengan artikel lain yang sejenis, menunjukkan urgensi dari pembelajaran teknologi bangunan didalam desain arsitektur. Aspek inovatif dan interaktif terangkum dalam ruang lingkup dan definisi operasional. Integrasi antara pembelajaran desain dengan teknologi melalui ***self directed learning***. Aspek inovasi ***Technical Drawing Evaluation Grid (TDEG)*** sebagai alat untuk mengklasifikasi pengetahuan, skill dan kompetensi. Aspek interaktif yaitu ***Problem Based Learning (PBL)*** yang didorong melalui *challenge* dan *game based learning*.

Interactive and Innovative learning building technology



2.2. HIPOTESIS

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ill-defined problems meningkatkan kesenangan murid dalam belajar. Problem yang dimaksud adalah penerapan pembelajaran yang dilakukan dengan metode pengajaran belajar secara mandiri (student oriented learning). Peran dosen dalam memfasilitasi pembelajaran adalah dengan memberikan solusi dari permasalahan yang ada. Hal ini merangsang keingintahuan murid terhadap pemahaman permasalahan dari studi kasus yang bisa dilakukan dengan skema permainan agar lebih interaktif dan inovatif. Kerangka kerja disusun agar dapat menjadi panduan bagi dosen dan mahasiswa dari berbagai macam model pembelajaran yang ada. Cara ini membuat murid dapat lebih mudah mengetahui hal teknis dalam studi mereka dan kehidupan profesional setelah lulus nantinya, karena para murid dapat mengintegrasikan dengan baik antara desain arsitektur dan pengetahuan teknis.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

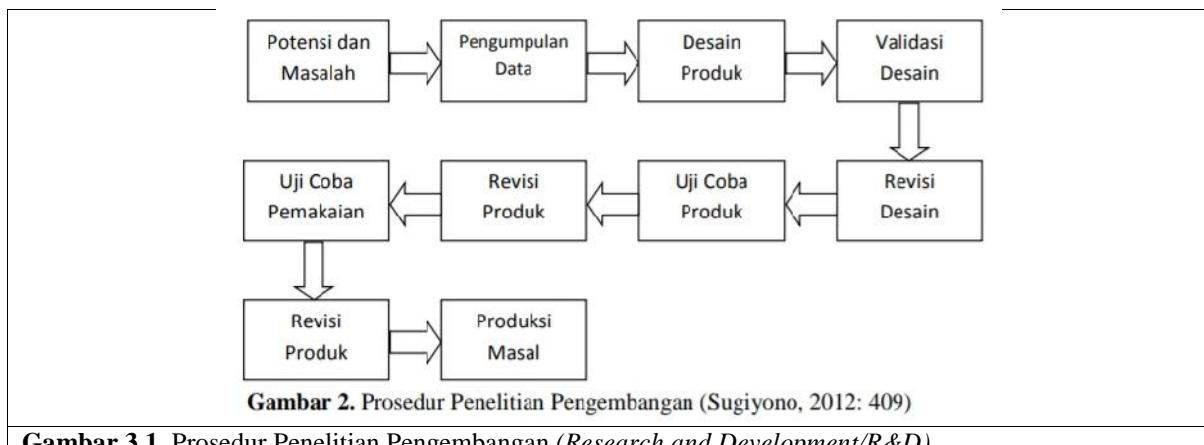
3.1. Paradigma Penelitian

Paradigma penelitian merupakan pola pikir atau cara pandang mengenai keseluruhan proses, format dan hasil penelitian. Paradigma atau pendekatan keilmuan yang dipakai pada penelitian ini termasuk paradigma konstruktivisme. Paradigma konstruktivisme menganggap bahwa tidak ada realistas ataupun kebenaran tunggal. Realitas diinterpretasikan oleh individu maupun kelompok, sehingga hasil yang didapat akan beragam. Konstruktivisme melihat fakta sebagai hal yang cair (tidak kaku) yang melekat pada sistem makna dalam pendekatan intrepretatif.

3.2.Jenis Penelitian

Dalam kaitannya dengan paradigma penelitian yang telah ditetapkan adalah konstruktivisme, maka jenis penelitian ini dikategorikan sebagai jenis penelitian kualitatif, yang diartikan sebagai penelitian atau inkuiri naturalistik/alamiah, yaitu pada hakikatnya sebagai proses penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari obyek dan perilaku yang diamati. Dalam tinjauan format desain penelitian kualitatif, desain penelitian tergolong sebagai desain deskriptif kualitatif atau disebut pula dengan kuasi kualitatif (desain kualitatif semu). Artinya, desain penelitian belum benar-benar kualitatif karena bentuknya masih dipengaruhi oleh tradisi kuantitatif, terutama dalam menempatkan teori pada data yang diperolehnya. Penelitian deskriptif kualitatif bertujuan untuk menggambarkan, meringkaskan berbagai kondisi, berbagai situasi atau berbagai fenomena realitas yang ada di masyarakat yang menjadi obyek penelitian, dan berupaya menarik realitas itu kepermukaan sebagai suatu ciri, karakter, sifat, model, tanda atau gambaran tentang kondisi, situasi, ataupun fenomena tertentu (**Bungin, 2008**).

Meskipun penelitian ini mempunyai kaitan dengan evaluasi kajian produk kurikulum Teknologi Bangunan, secara taksomoni penelitian, belum dapat dikategorikan sebagai jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*). Hal ini dikarenakan hasil dari penelitian ini masih dalam tahap eksplorasi dan pengujian data, yang hanya berperan sebagai langkah dasar untuk diperlukannya penelitian dan pengembangan lebih lanjut. Jenis penelitian dan pengembangan merupakan suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada dan dapat dipertanggungjawabkan.



3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, mencakup 2 teori tentang interaktif dan inovatif dalam pembelajaran Teknologi Bangunan sebagai landasan utama, yaitu teori **Technical Drawing Evaluation Grid (TDEG)** mengenai aspek inovatifnya dan teori **Problem Based Learning (PBL)** untuk mengungkap aspek interaktif dalam pembelajaran Teknologi Bangunan. Adapun rincian tahapan penelitiannya adalah :

a. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah *depth-interview* melalui observasi sistematis dengan menggunakan perangkat survei. Dalam observasi sistematis, observasi yang diselenggarakan dengan menentukan secara sistematis faktor-faktor yang akan diobservasi lengkap dengan kategorinya. Dengan kata lain materi observasi telah dibatasi secara tegas sesuai masalah dan tujuannya, dan tertuang dalam kuisioner. Secara ringkas observasi sistematis disini dapat rincikan sebagai *education and vocational guidance*, yaitu sebuah teknik observasi yang fokus pemeriksannya lebih ditekankan dalam bidang pengembangan studi ataupun kerja, yang nantinya dapat digunakan untuk menyempurnakan hasil penelitian selanjutnya, agar hasil penelitiannya semakin valid. Metode observasi sistematis berperan untuk mengungkapkan persepsi pengalaman mahasiswa terhadap sebuah sistem atau produk kurikulum yang telah dijalankan. Adapun metode *depth-interview* berperan untuk mengungkapkan alasan terhadap suatu pendapat mahasiswa maupun ahli terhadap sebuah sistem atau produk kurikulum yang telah dijalankan.

Survei disini berperan untuk mengungkapkan penerapan rumpun Teknologi Bangunan (mk. Teknologi Bangunan 1, 2, 3 atau 4) sebagai bagian integratif dengan mata kuliah Desain Arsitektur Islami (DAI) selama pandemi Covid-19. Pembelajaran Teknologi Bangunan

selama pandemi Covid-19 menjadi perhatian tersendiri, dengan pertimbangan bahwa dengan adanya pandemi Covid-19 membawa hikmah dan menuntut adanya revolusi pembelajaran hibrida, sehingga membawa kultur baru, terutama dalam dunia pendidikan tinggi. Dalam hal ini, pandemi Covid-19 perlu dipandang bukan melulu sebagai musibah, tetapi selalu ada hikmah dibaliknya. Kajian pada tahapan ini mempunyai beberapa tujuan sekaligus, yaitu :

- Mengenali potensi dan kendala pembelajaran teknologi bangunan pada desain arsitektur secara umum, dengan pendekatan pembelajaran interaktif berdasar *Problem Based Learning* (PBL) yang berpusat pada mahasiswa (*student centered approach*), dan *Technical Drawing Evaluation Grid* (TDEG) pada aspek inovatif pembelajarannya.
- Mengetahui kecenderungan arah pergeseran orientasi pelaku/aktor utama pembelajaran teknologi bangunan yang ada, apakah masih relevan berpusat pada mahasiswa (*student centered approach*), atau justru sebaliknya berpusat pada dosen (*teacher centered approach*).
- Mengenali potensi dan kendala pembelajaran teknologi bangunan pada desain arsitektur secara khusus. Pendekatan pembelajaran ini aktif dilaksanakan sejak mulai adanya pandemi Covid-19, dan selanjutnya akan mengarahkan sebuah adaptasi baru pembelajaran yang interaktif dan inovatif di saat ini maupun di masa depan. Meskipun pandemi Covid-19 suatu ketika akan berlalu, tuntutan penguasaan teknologi digital/virtual pada abad 21 pada bidang pembelajaran tidak dapat dihindari ataupun dihilangkan.

b. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan pendekatan *probability sampling*, yaitu proses pengambilan sampel yang menjamin adanya peluang bahwa setiap unsur populasi dipilih sebagai anggota sampel. Teknik sampling yang digunakan adalah *simple random sampling*, yaitu proses pengambilan sampel yang menjamin adanya peluang bahwa setiap unsur populasi dipilih sebagai anggota sampel. Dalam hal ini, seluruh elemen dalam populasi diperhitungkan dan tiap elemen mempunyai kesempatan yang sama terpilih sebagai obyek. Sebagai sampel penelitian adalah mahasiswa jurusan Teknik Arsitektur UIN Malang yang telah mengambil mata kuliah Teknologi Bangunan 1,2,3 atau 4 selama masa pandemi Covid-19 mulai tahun 2019 sampai saat ini. Sampel data juga ditunjang *depth interview* dengan ahli kurikulum Teknologi Bangunan yaitu Prof. Andrew Charleston dari *New Zealand*, yang merupakan mitra kerjasama jurusan Teknik Arsitektur UIN Malang. Adanya sampling seperti ini diharapkan makin mempertajam hasil kajian, antara mahasiswa sebagai kelompok sasaran pembelajaran dan ahli kurikulum sebagai pengarah sistem pembelajarannya.

c. Penetapan Jumlah Sampel Responden

Penetapan jumlah sampel responden didasarkan pada standar margin populasinya. Berkaitan dengan jumlah populasi penelitian adalah mahasiswa prodi Teknik Arsitektur UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang sedang atau telah mendapatkan pengalaman pembelajaran Mk. Teknologi Bangunan yaitu mulai angkatan 2020 sampai 2016, dengan jumlah total sekitar 420 mahasiswa. Adapun untuk penetapan margin populasi untuk validitas penelitian adalah minimal 30% dari populasi total (140 mahasiswa). Penetapan margin populasi ini didasarkan pada standar penelitian oleh **Newman** (2013), yaitu :

- Populasi sampel sampai dengan 1.000, sampling rasio validasi sebesar 30%.
- Populasi sampel sampai dengan 10.000, sampling rasio validasi sebesar 10%.
- Populasi sampel sampai dengan 150.000, sampling rasio validasi sebesar 1%.

Selanjutnya berkenaan subyek penelitian untuk metode *depth-interview* melalui wawancara langsung secara online dengan media aplikasi zoom dengan ahli edukasi teknologi bangunan, yaitu Prof. Andrew Charleston dari New Zealand, sebagai mitra pengembangan pendidikan arsitektur prodi Teknik Arsitektur UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

d. Metode Analisis Penelitian

Metode analisis pada tahapan penelitian ini menggunakan metode penilaian sikap. Metode penilaian sikap mempunyai keunggulan mampu menumbuhkan rasa percaya diri mahasiswa, karena mahasiswa diminta untuk menilai dirinya sendiri. Disamping itu mahasiswa dapat mengetahui kekurangan dan kelebihannya sendiri maupun sistem pembelajaran yang telah diberikan oleh dosen, karena teknik ini berperan untuk introspeksi diri. Untuk menjamin obyektifitas, metode analisis penelitian diarahkan oleh teori **Technical Drawing Evaluation Grid (TDEG)** sebagai untuk mengkaji aspek inovasi, serta teori **Problem Based Learning (PBL)** untuk mengkaji aspek interaktif pembelajaran teknologi bangunan.

e. Teknik Analisis Penelitian

Teknik analisis pada tahapan penelitian ini menggunakan teknik penilaian sikap dengan skala Likert. Teknik penilaian skala sikap dengan skala Likert dipilih karena prosesnya yang cukup sederhana dan mudah namun tetap mempunyai akurasi tinggi, sehingga cocok diterapkan pada mahasiswa. Dalam teknik ini mahasiswa diminta penilaian mereka terkait

aspek yang ada di kuisioner dalam kontinum/ gradasi skala penyangatan, mulai gradasi superlatif positif (sangat sesuai/sangat mengerti, dan seterusnya) sampai gradasi superlatif negatif (sangat tidak sesuai/sangat tidak mengerti, dan seterusnya), yang masing-masing gradasi mempunyai gradasi skor penilaian tersendiri. Observasi partisipan ini dengan skala Likert dirancang dalam format penilaian kontinum/ gradasi skala sikap mahasiswa terkait kesesuaian/ ketercapaian sasaran pembelajaran berdasar pengalaman mereka dalam menjalani *Problem Based Learning* (PBL) yang tertuang dalam RPS, CPL maupun *mind mapping* mk. Teknologi Bangunan 1-4 yang dikembangkan oleh prodi Teknik Arsitektur UIN Malang, sehingga mudah dikuantitatifkan (quasi kualitatif) untuk menjamin validitas dan obyektifitas penilaian. Pada penelitian ini, skala Likert ditetapkan dalam 4 kontinum predikat penilaian, mulai dari yang terendah sampai tertinggi berikut nilai yang melekat pada predikat tersebut adalah : Sangat Tidak Terpenuhi/STP (bernilai 0), Tidak Terpenuhi/TP (bernilai 1), Terpenuhi/T (bernilai 2), dan Sangat Terpenuhi (bernilai 3). Predikat penilaian nilai tengah sebagai nilai netral berupa predikat Cukup Terpenuhi (CP), sengaja dihilangkan untuk dapat lebih mengungkapkan skala sikap responden apakah cenderung lebih setuju atau tidak setuju, atau secara ringkas menghindari predikat ini sebagai nilai berlindung.

f. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Desain Arsitektur Islami Jurusan Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, mulai Agustus 2021 hingga November 2021. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini secara garis besar akan dilaksanakan dalam empat tahap. Hal ini penting sekali untuk memudahkan dalam penyampaian materi yang dilakukan setiap minggunya. Disarankan menggunakan cara membuat topik untuk beberapa minggu yang telah dibagi masing-masing dosen pengampu. Berikut beberapa kriteria pembuatan materi dalam tim teaching: Menentukan durasi waktu, ini dilakukan dalam jangka waktu untuk beberapa minggu. Menentukan pokok bahasan materi. Membuat keterangan dari pokok bahasan materi. Menentukan penyusun video tutorial

Tahap pertama adalah melakukan studi literatur terutama mengenai beberapa pemahaman tentang brief desain khususnya pada fungsinya sendiri sebagai pembentuk proses desain dari pendekatan arsitektur, dan pada tahapan ini pula peneliti berupaya pula untuk mengetahui beberapa aspek yang mempengaruhi pemilihan strategi tersebut yang berlandaskan nilai-nilai Rahmatan Lil ‘Alamin. Tahap kedua adalah menentukan sampel progress studio. Tahapan ketiga adalah observasi/pengamatan terhadap penilaian teknis untuk mengidentifikasi

dan mendapatkan penentuan yang tepat. Tahap terakhir adalah tahap produk desain yang pada akhirnya untuk mencapai suatu kesimpulan tentang penentuan strategi desain yang tepat.

Penelitian dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan, yaitu bulan Agustus 2021 hingga November 2021. Jadwal pelaksanaan penelitian disajikan pada tabel berikut:

No.	Rincian Kegiatan	Tahap Kegiatan (Bulan / Minggu)											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A Proposal Penelitian													
1	Memilih Masalah												
2	Kajian Pustaka												
3	Peny. Proposal Penelitian												
4	Seminar Proposal												
B Kegiatan Penelitian													
1	Persiapan alat & bahan												
2	Pelaksanaan penelitian												
4	Pengumpulan data												
5	Analisis data												
6	Menarik kesimpulan												
7	Penyusunan Laporan												
9	Seminar nasional dan publikasi internasional												

g. Anggaran Penelitian

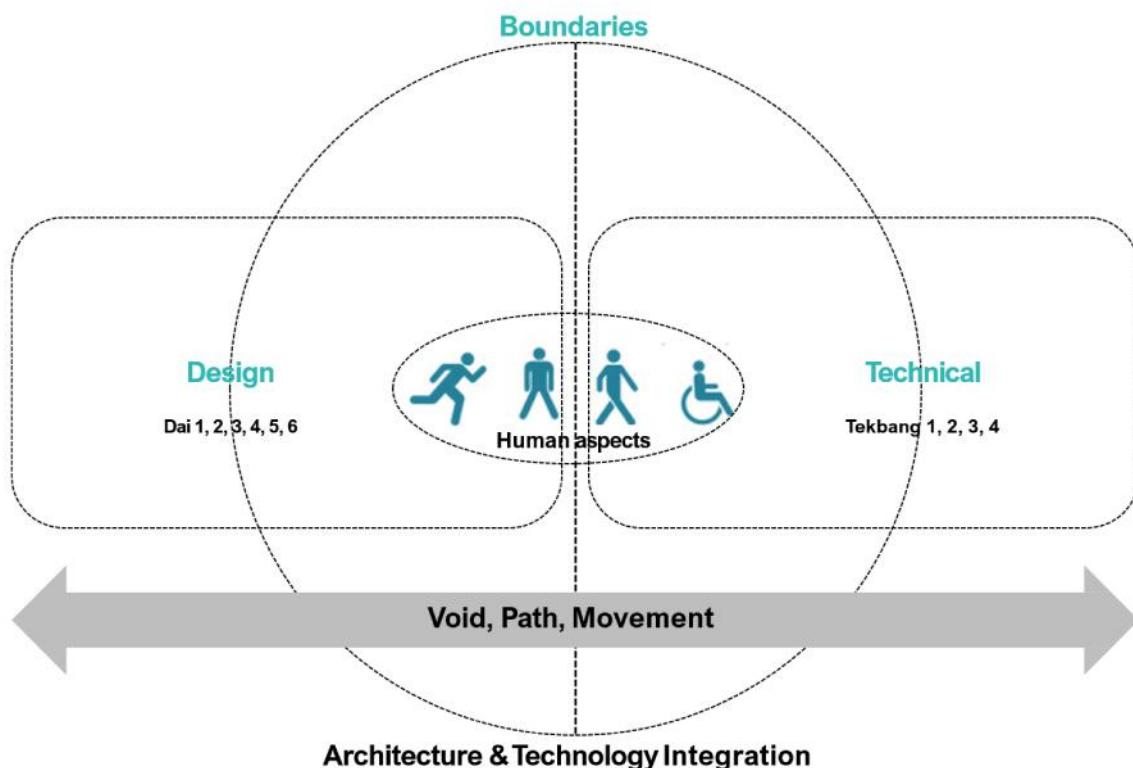
Perencanaan biaya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian ini sebesar Rp. 20.000.000. Meliputi Tahap Pra Penelitian, Tahap Pelaksanaan Penelitian, dan Tahap akhir pelaksanaan Penelitian.

BAB IV.

PEMBAHASAN

4.1. Analisa

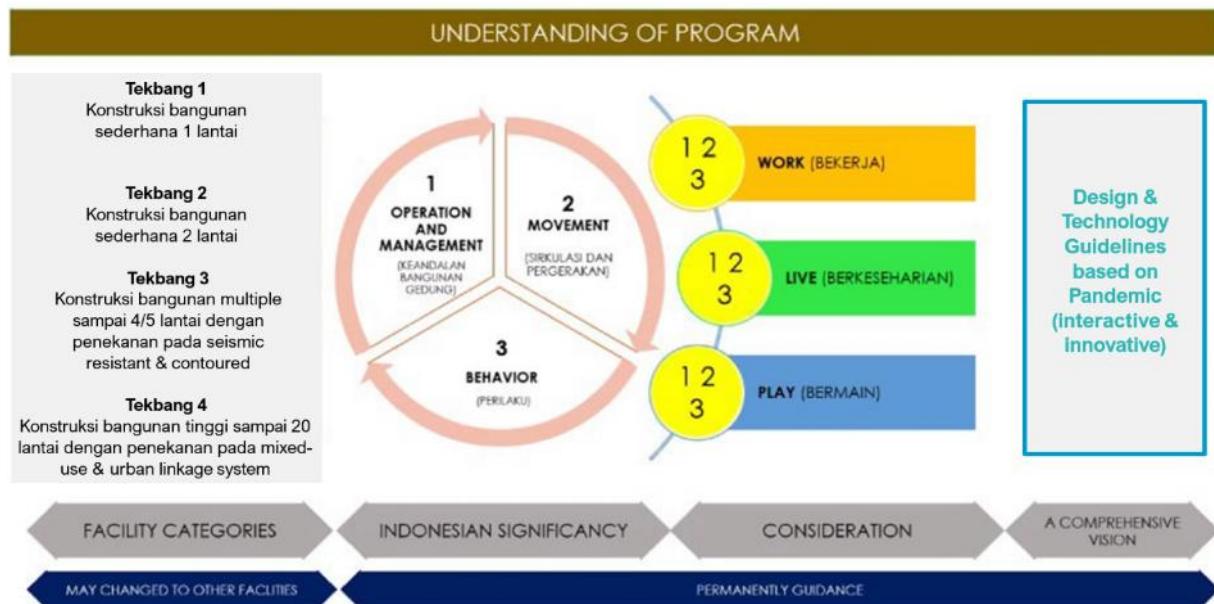
Perkembangan dan kemajuan teknologi dalam bidang industri konstruksi yang begitu pesat mengharuskan arsitek maupun engineer bangunan dapat beradaptasi dan mengembangkan diri sehingga dapat menghasilkan produktifitas terbaiknya. Pendidikan arsitektur sekarang ini diharapkan mampu memahami situasi dan tuntutan global tersebut, baik untuk keilmuan arsitektur itu sendiri maupun metode pembelajaran yang dijalankan. Road map permasalahan dari kajian ini mengarah kepada integrasi antara arsitektur dan teknologi yang ada di Prodi Teknik Arsitektur UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, khususnya dalam mata kuliah Teknologi Bangunan dan Studi Desain.



Gambar: *Architecture & Technology Integration*
Sumber: Hasil analisa

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat empat tingakatan mata kuliah Teknologi Bangunan di Prodi Teknik Arsitektur UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Seluruhnya berfokus kepada struktur, utilitas, sains dan ketahanan bangunan untuk penunjang mata kuliah core studio, Desain Arsitektur Islami (DAI). Pemahaman program dalam kajian ini mengarahkan mata kuliah Teknologi Bangunan kepada tiga program utama, yaitu a) Operation and Management, b) Movement, c) Behavior. Ketiganya dijalankan berdasarkan konteks capaian mata kuliah pada masing-masing Teknologi Bangunan dan dilakukan secara simultan dan menyeluruh dalam konteks Kerja, Live dan Play atau diartikan sebagai Design & Technology Guidelines based on Pandemic (interactive & innovative).



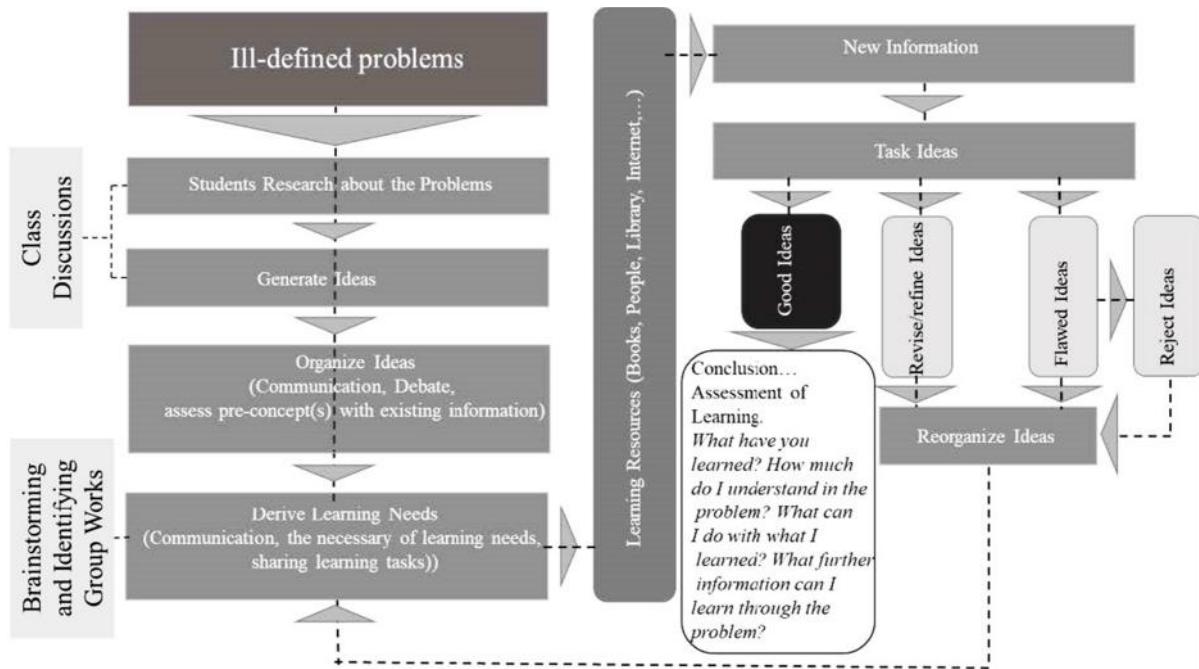
Gambar: *Understanding of Program* dari ACGs—ARCASIA COVID-19 Guidelines
Sumber: 40210911. (n.d.). 13 ACGs—ARCASIA COVID-19 Guidelines. Issuu. Retrieved July 16, 2021, from https://issuu.com/arcasia/docs/13_acgs_web_s

4.1.1. Analisa Pengajaran dan Pembelajaran Bindang Metode Pembelajaran

4.1.1.1. Interaktif dan Inovatif dalam Pembelajaran Teknologi Bangunan

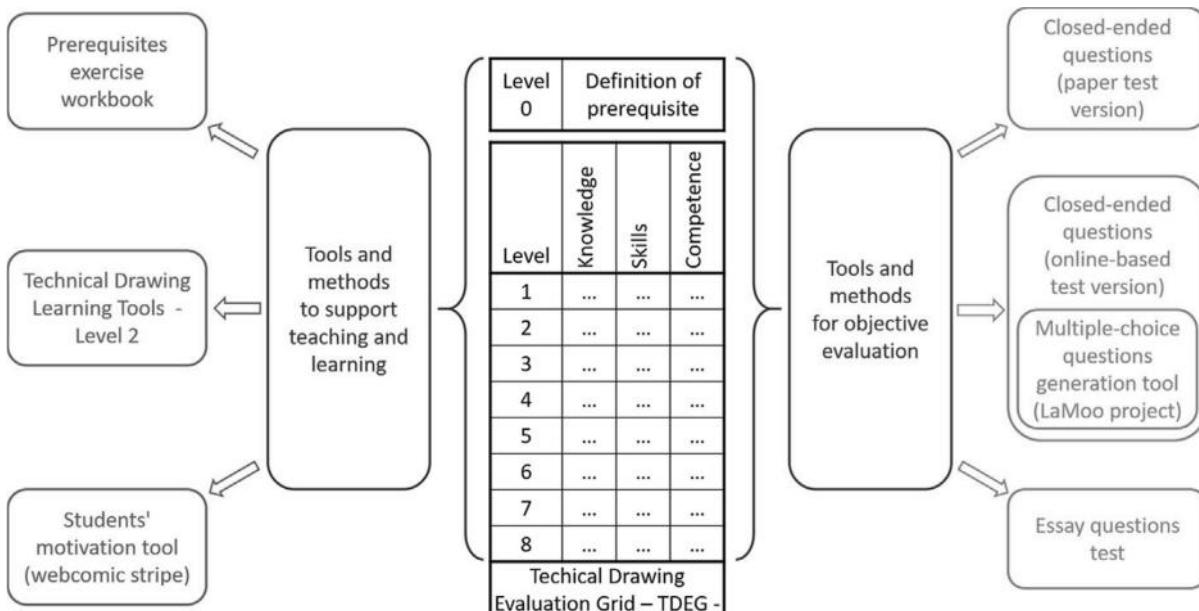
Penerapan metode pembelajaran yang tepat sangat diperlukan, terlebih lagi dalam kondisi pandemi covid-19 sekarang ini yang mengharuskan pembelajaran secara sinkronus dan asinkronus. Interaktif dan Inovatif diajukan sebagai salah satu solusi dalam metode pembelajaran Teknologi Bangunan. Interaktif dan Inovatif dalam koneksi riset dengan artikel lain yang sejenis, menunjukkan urgensi dari pembelajaran teknologi bangunan di dalam desain arsitektur. Aspek inovatif dan interaktif terangkum dalam ruang lingkup dan definisi operasional. Integrasi antara pembelajaran desain dengan teknologi dapat diterapkan melalui *self directed learning*. Sebagai alat untuk mengklasifikasi pengetahuan, skill dan kompetensi untuk aspek inovatif dapat menggunakan *Technical Drawing Evaluation Grid*

(TDEG). Kemudian untuk aspek interaktif dapat menggunakan metode **Problem Based Learning (PBL)** yang didorong melalui challenge dan game based learning.



Gambar: *Interactive based on PBL*

Sumber: Barrows; Barrows and Tamblyn; Boud and Feletti; Crotty; Ertmer and Glazewski; McKay and Kember; Pagander and Read



Gambar: *Innovative based on TDEG*

Sumber: Barrows; Barrows and Tamblyn; Boud and Feletti; Crotty; Ertmer and Glazewski; McKay and Kember; Pagander and Read

Aspek interaktif berdasarkan metode *Problem Based Learning* (PBL) memiliki empat fokus, yaitu; 1) Pembelajaran efektif dan berkelanjutan, 2) Melibatkan siswa dalam memecahkan masalah, 3) Autonomous, kolaboratif dan kooperatif, 4) *Student centered* dan *small group works*. Sedangkan untuk aspek inovatif berdasarkan *Technical Drawing Evaluation Grid* (TDEG) terdapat lima fokus, yaitu; 1) Memahami sebuah konsep, 2) Menerapkan konsep, 3) Menganalisis konsep, 4) Menilai hasil konsep, 5) Menciptakan sesuatu yang baru.

Interactive based on PBL	Innovative based on TDEG
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembelajaran efektif dan berkelanjutan 2. Melibatkan siswa dalam memecahkan masalah 3. Autonomous, kolaboratif dan kooperatif 4. Student centered dan small group works <p><i>Barrows; Barrows and Tamblyn; Boud and Feletti; Crotty; Ertmer and Glazewski; McKay and Kember; Pagander and Read.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami sebuah konsep 2. Menerapkan konsep 3. Menganalisis konsep 4. Menilai hasil konsep 5. Menciptakan sesuatu yang baru <p><i>Bloom taxonomy</i></p>

Untuk metode yang digunakan, aspek **Interaktif berdasarkan PBL** terdiri dari;

1. Teknik:

- a. Site visit: eksplorasi material konstruksi dan berdiskusi apa yang terlihat dilokasi antara arsitek dengan engineering, peserta didik diharapkan dapat mencatat hasil observasi yang mereka lakukan dalam site visit
- b. Student Class Presentations: mempersiapkan topik untuk dipresentasikan dalam masing2 grup sesuai timeline pembelajaran, berbagi pengetahuan dan pemahaman dari materi/topik yang berikan
- c. Classwork Drawing Activities: mempraktekkan aplikasi penerapan dari detail konstruksi bangunan untuk bisa menggambarkan beberapa detail terkait topik yang diberikan
- d. Game-Based Learning: mempersiapkan platform permainan digital yang bisa diakses melalui laptop atau handphone, platform ini memberikan permainan berupa gambar, film atau pertanyaan yang harus dijawab dan peserta dapat mendapatkan poin

2. Strategi:

- a. Problem-Based Learning: mendapatkan pengetahuan tentang material, struktur, teknik konstruksi berdasarkan konteks yang ada
- b. Small group: membuat diskusi grup kecil dalam menjalankan tugas

- c. Self-Reflecting Reports and Learning Diaries: Catatan pembelajaran mandiri sebagai alat evaluasi diri sangat membantu instruktur dalam menentukan pembelajaran yang paling efektif sesuai dengan kondisi peserta masing-masing

3. Penilaian:

- a. Portofolio: kegiatan kompilasi hasil pembelajaran dalam bentuk poster
- b. Observasi dan refleksi: catatan pembelajaran mandiri
- c. Pertanyaan terstruktur: berbasis game atau aktivitas tanya jawab dalam kelas

Kemudian untuk aspek **Inovatif berdasarkan TDEG** terdiri dari;

1. Pembelajaran

- a. Exercise workbook: buku latihan hal teknis yang dapat digunakan sebagai tutorial lengkap dengan penjelasannya dan solusi yang terkait
- b. Technical drawing learning tools: materi pembelajaran selama perkuliahan
- c. Student motivation tools: berupa platform webcomic terkait dengan teknologi bangunan

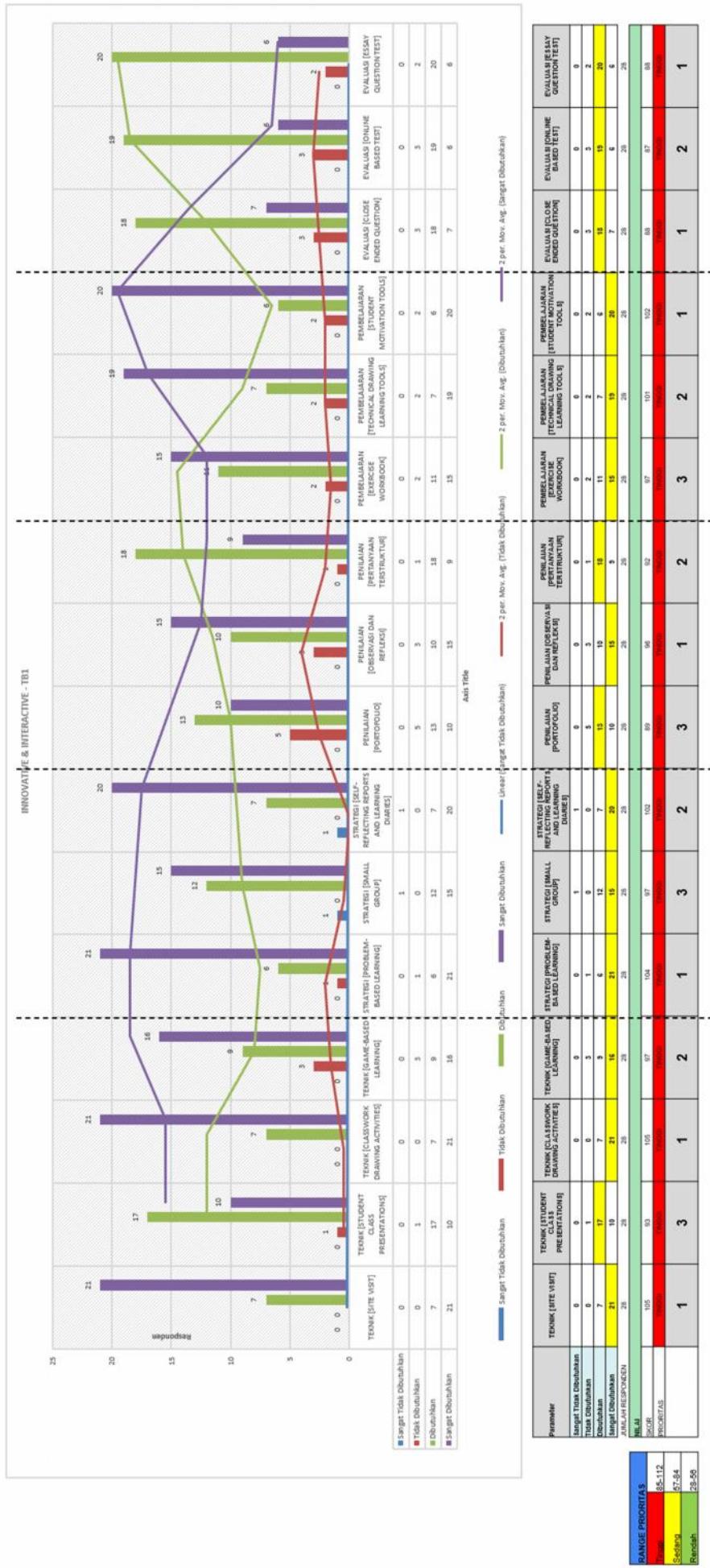
2. Evaluasi:

- a. Close ended question: berupa versi paper test yang berisi pertanyaan sesuai topik
- b. Online based test: berupa multiple choice yang dibuat melalui e-learning
- c. Essay question test: berupa tes pemahaman terkait dengan topik yang diberikan
- d. Grid: Matriks pengetahuan dari pembelajaran dan evaluasi untuk menentukan kaitannya dengan kriteria yang ada, meliputi: Pengetahuan, Skills dan Competence

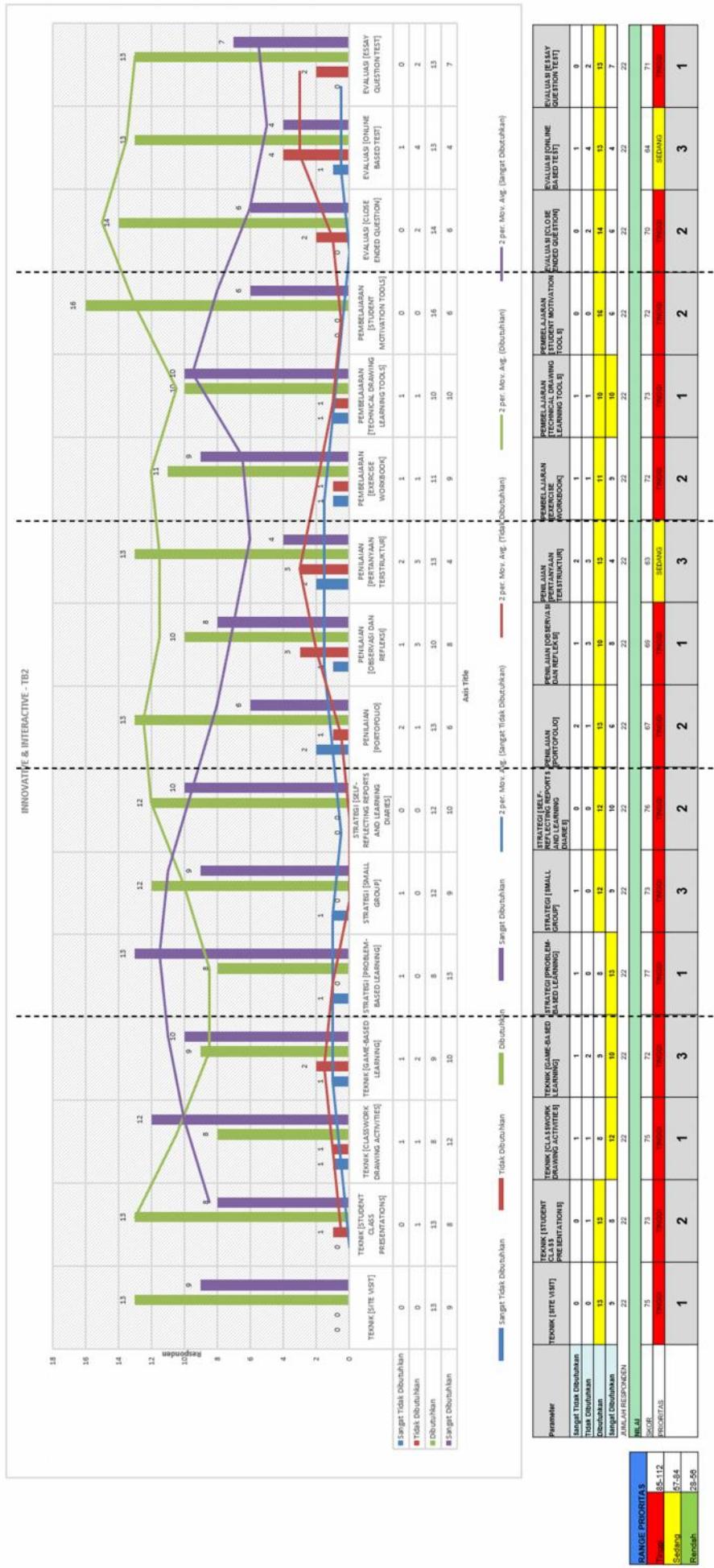
4.1.1.2. Hasil Pengumpulan Data Responden Metode Pembelajaran Interaktif dan Inovatif

Data responden didapat dari google form yang telah disusun sebagai media untuk mandapatkan data perkuliahan mata kuliah teknologi bangunan 1, 2, 3 dan 4 selama masa pandemi covid-19 yang dilakukan dengan sistem online (daring) yaitu semester genap 2019-2020, semester ganjil 2020-2021 dan semester genap 2020-2021(februari 2020 - juni 2021). Berikut link google form: <https://forms.gle/UvsArpfDuRdJYY3K9> beserta hasilnya: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Qmt68QO4noppQHOW_4UzSwoEeCt-PjByhGt84DYowgQ/edit?usp=sharing

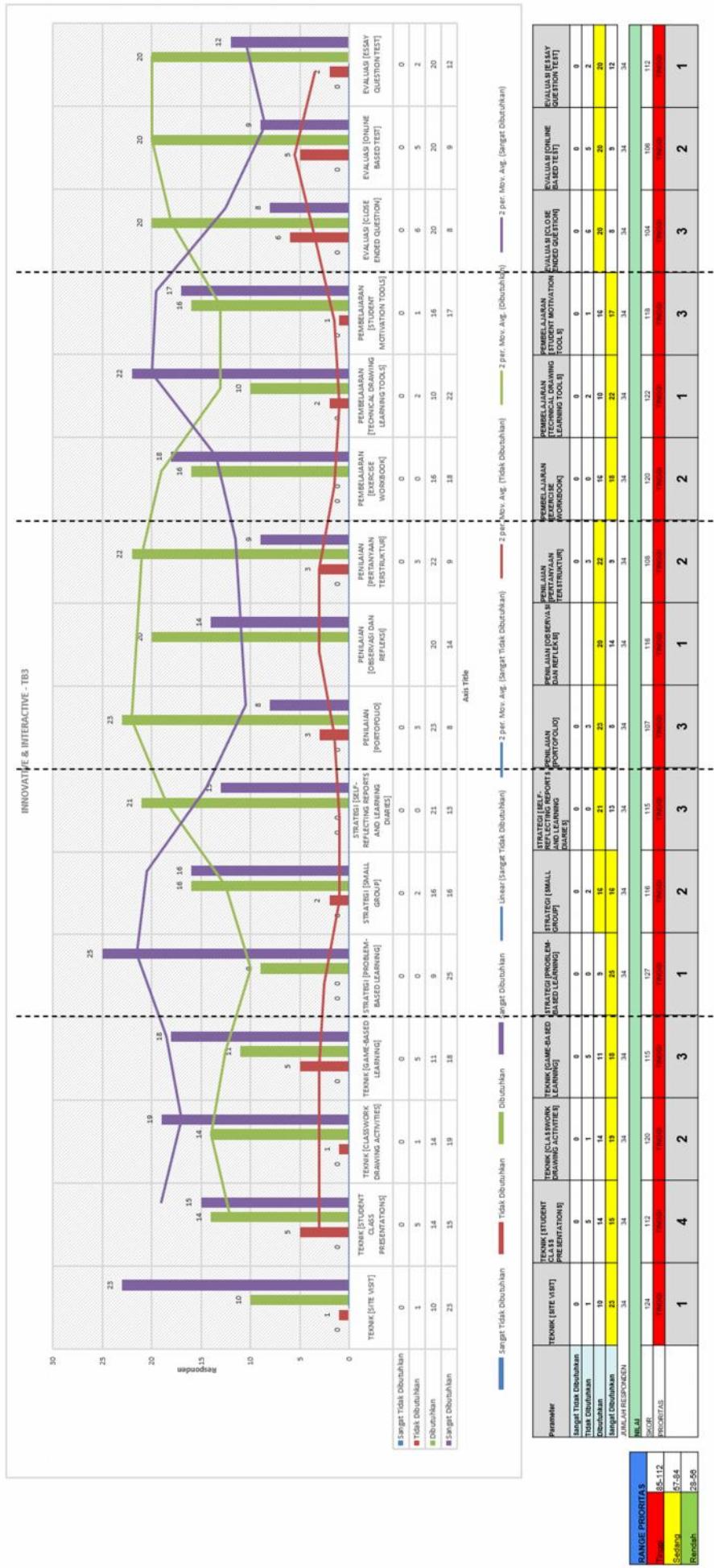
Teknologi Bangunan 1



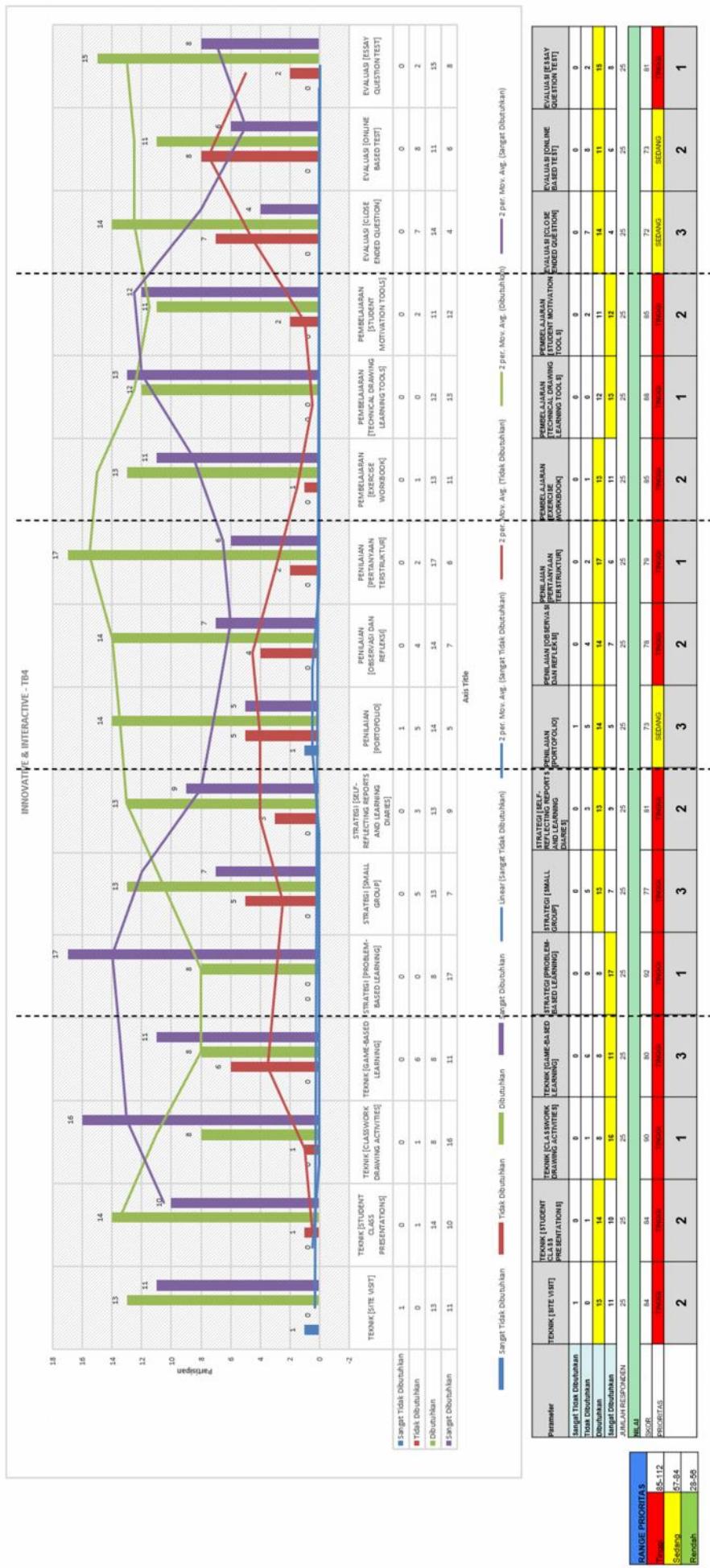
Teknologi Bangunan 2



Teknologi Bangunan 3



Teknologi Bangunan 4



Untuk menjamin validitas hasil penilaian skala Likert oleh responden, maka distribusi nilai skala sikap responden selanjutnya diuji menggunakan korelasi Pearson product moment, dengan datanya tersaji pada tabel berikut :

Nomer Urut Responden	Distrribusi Skala Sikap Likert Responden															Jumlah Nilai	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
1	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	0	2	2	40
2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	45
3	2	0	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	0	2	32
4	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	2	40
5	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	45
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48
7	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	29
8	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	40
9	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	39
10	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	41
11	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	43
12	3	3	3	3	3	3	3	0	2	3	3	3	3	2	2	2	41
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48
14	3	3	2	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	2	2	2	38
15	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	41
16	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	38
17	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	42
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48
19	3	2	3	1	3	3	3	0	3	2	3	3	2	3	2	3	39
20	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	36
21	3	2	2	0	3	3	3	0	0	0	0	2	2	2	2	2	26
22	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	28
23	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	42
24	3	2	2	2	2	2	2	0	0	2	0	0	0	2	0	2	21
25	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	0	2	2	36
26	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	0	3	0	2	31
27	2	2	3	3	0	0	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	29
28	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	42
Nilai Korelasi Pearson Product Moment	0,52	0,509	0,496	0,485	0,544	0,44	0,538	0,451	0,637	0,538	0,792	0,77	0,726	0,464	0,706	0,549	
Jika taraf sigifikan 5%	0,37	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374	0,374		
Pembacaan validasi 5%	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	

Kode dan penjelasan pertanyaan adalah :

Kode Pertanyaan Kuisioner	Keterangan Pertanyaan
P1	TEKNIK [SITE VISIT: eksplorasi material konstruksi dan berdiskusi apa yang terlihat dilokasi antara arsitek dengan engineering, peserta didik diharapkan dapat mencatat hasil observasi yang mereka lakukan dalam site visit]
P2	TEKNIK [STUDENT CLASS PRESENTATIONS: mempersiapkan topik untuk dipresentasikan dalam masing2 grup sesuai timeline pembelajaran, berbagi pengetahuan dan pemahaman dari materi/topik yang berikan]
P3	TEKNIK [CLASSWORK DRAWING ACTIVITIES: mempraktekkkan aplikasi penerapan dari detail konstruksi bangunan untuk bisa menggambarkan beberapa detail terkait topik yang diberikan]
P4	TEKNIK [GAME-BASED LEARNING: mempersiapkan platform permainan digital yang bisa diakses melalui laptop atau handphone, platform ini memberikan permainan berupa gambar, film atau pertanyaan yang harus dijawab dan peserta dapat mendapatkan poin]
P5	STRATEGI [PROBLEM-BASED LEARNING: mendapatkan pengetahuan tentang material, struktur, teknik konstruksi berdasarkan konteks yang ada]
P6	STRATEGI [SMALL GROUP: membuat diskusi grup kecil dalam menjalankan tugas]
P7	STRATEGI [SELF-REFLECTING REPORTS AND LEARNING DIARIES: Catatan pembelajaran mandiri sebagai alat evaluasi diri sangat membantu instruktur dalam menentukan pembelajaran yang paling efektif sesuai dengan kondisi peserta masing-masing]
P8	PENILAIAN [PORTOFOLIO: kegiatan kompilasi hasil pembelajaran dalam bentuk poster]
P9	PENILAIAN [OBSERVASI DAN REFLEKSI: catatan pembelajaran mandiri]
P10	PENILAIAN [PERTANYAAN TERSTRUKTUR: berbasis game atau aktivitas tanya jawab dalam kelas]
P11	PEMBELAJARAN [EXERCISE WORKBOOK: buku latihan hal teknis yang dapat digunakan sebagai tutorial lengkap dengan penjelasannya dan solusi yang terkait]
P12	PEMBELAJARAN [TECHNICAL DRAWING LEARNING TOOLS: materi pembelajaran selama perkuliahan]
P13	PEMBELAJARAN [STUDENT MOTIVATION TOOLS: berupa platform webcomic terkait dengan teknologi bangunan]
P14	EVALUASI [CLOSE ENDED QUESTION: berupa versi paper test yang berisi pertanyaan sesuai topik]
P15	EVALUASI [ONLINE BASED TEST: berupa multiple choice yang dibuat melalui e-learning]
P16	EVALUASI [ESSAY QUESTION TEST: berupa tes pemahaman terkait dengan topik yang diberikan]

Uji korelasi Pearson product moment dengan sampel mk. Teknologi Bangunan 1, dengan taraf signifikansi validitas sebesar 5%, menunjukkan bahwa semua nilai hitung korelasi lebih tinggi dari nilai tabel. Artinya bahwa semua pertanyaan pada kuisioner yang direspon dengan skala sikap responden melalui pengukuran skala Likert menunjukkan hasil yang valid. Berdasarkan klasifikasi koefisien Pearson, pembacaan tingkat hubungan korelasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,80 – 1,000	Sangat kuat
0,60 – 0,799	Kuat
0,40 – 0,599	Cukup Kuat
0,20 – 0,399	Rendah
0,00 – 1,199	Sangat Rendah

Jika nilai hitung Pearson product moment dihubungkan dengan tabel klasifikasi koefisien Pearson, maka tingkat hubungan masing-masing pertanyaan tersaji sebagai berikut :

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Nilai Korelasi Pearson Product Moment	0,5206	0,5095	0,4964	0,4846	0,5444	0,4403	0,5385	0,4508	0,637	0,5376	0,792	0,77	0,726	0,4641	0,706	0,5493
Pembacaan Tingkat Hubungan Nilai Koreasi	Cukup Kuat	Kuat	Cukup Kuat	Kuat	Kuat	Kuat	Cukup Kuat	Kuat	Cukup Kuat							

Rata-rata dari pertanyaan yang diajukan mempunyai tingkat hubungan cukup kuat. Pertanyaan nomer 9 tentang perlunya penilaian pembelajaran mandiri, pertanyaan 12 tentang materi pembelajaran selama perkuliahan, pertanyaan 13 berkenaan dengan perlunya platfrom webcomic, dan pertanyaan 15 mengenai format *multiple choice* melalui e-leraning, mempunyai tingkat hubungan yang kuat.

4.1.2. Analisa Evaluasi Pengajaran dan Pembelajaran Bidang Keteknikan

4.1.2.1. Aspek-Aspek Pengajaran dan Pembelajaran Bidang Keteknikan

Seiring dengan konteks capaian mata kuliah, tingkat pembelajaran, perkembangan kognitif, keterampilan visualisasi spasial siswa dan lain-lain, terdapat beberapa kriteria umum yang dapat mempengaruhi keberhasilan akademik, kriteria tersebut diperinci di bawah ini.

1. ***Learning Level of Student*** (Felder and Silverman 1988 in Aladag and Bekda, 2018).

Dalam hal ini, siswa dikelompokkan dalam beberapa kategori yaitu :

- Sensing and Intuitive Learners,

- Visual and Auditory Learners,
- Inductive and Deductive Learners,
- Active and Reflective Learners,
- Sequential and Global Learners.

Kriteria Learning Level of Student mencakup :

- a) Melihat dan mendengarkan (seeing and hearing) :
- b) reflecting and acting;
- c) reasoning logically and intuitively
- d) memorizing and visualizing and drawing analogies
- e) building mathematical models

2. ***Teaching Methods of Instructors***, dengan kriterianya :

- a) Demonstrate (*active learner*) or discuss; (*reflective learner*)
- b) Focus on principles (*active learner*)
- c) Focus on applications; (*active learner*)
- d) Emphasize memory (*reflective learner*)
- e) Focus on understanding. (*reflective learner*)

3. ***Cognitive Development*** : merupakan bidang belajar yang fokus pada pengembangan pemrosesan informasi, sumber-sumber konseptual, ketrampilan perceptua, dan aspek lain dari pengembangan pemikiran dan kognisi siswa. Adapun kriterianya :

- a) Understanding,
- b) Thinking skills,
- c) Spatial awareness,
- d) Visualization skills.

4. ***Knowledge Development***: In technical drawing course, this criterion refers to the application of basics of conventions, standards, layouts, drawing types, measurement and scale.

5. ***Psychomotor Development***: In this criterion refers to *coordination, control, accuracy, neatness and general discipline*.

6. ***Student Attitude for New Technologies***: today's students are accustomed to managing technologies like the Internet, 3D video games, mobile phones, MP3 players, and other gadgets. Asking such students to perform classical paper-and-pencil exercises can be counterproductive-particularly if it is wanted to offer voluntary remedial courses to improve spatial visualization deficiencies (Contero et al., 2005).

7. ***Affective Behaviors:*** In technical course this criterion refers to *motivation and enjoyment*. It can be suggested that the more motivation and enjoyment of student increase, the more participation to the course and the academic success will increase.
8. ***Instructor feedback:*** It's an important and effective method for both teaching and learning in drawing course. Lecturers should check and correct students' work for each lesson and give them back for reviews.
9. ***Spatial Visualization Skills of Students:*** Spatial skills have been shown to play a significant role in performance in engineering graphics and architectural design courses. Researches have proposed three major factors for categorizing spatial abilities: spatial relations, spatial visualization, and spatial orientation (Contero et al., 2005). Spatial visualization is defined as, "the ability to mentally manipulate, rotate, twist, or invert pictorially presented stimulus objects (Alias et al., 2002). According to Piagetian theory, an individual acquires spatial visualization ability through three distinct stages of development. These stages are; 1) learning topological spatial visualization in order to discern an object's topological relationship with other objects; 2) projective representation in order to conceive what an object will look like from different perspectives; 3) combining projective abilities with the concept of measurement (Sorby and Baartmans, 2000). This multi-faceted ability helps civil engineers and architectures to conceptualize links between reality and the abstract model of that reality. Spatial visualization ability has also been found to be essential to a student's success in some engineering & architecture related subjects such as calculus, mathematics, engineering & architectural drawing (Alias, et al., 2002).

Ringkasan Penjelasan

Input informasi pembelajaran	Melihat dan mendengar (<i>seeing and hearing</i>) :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melihat : merupakan strategi belajar menggunakan gambar, diagram, bagan/skema, animasi, video. ▪ Mendengar (audio maupun verbal) : merupakan strategi belajar menggunakan suara, ceramah/penjelasan pembicara, diskusi. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Media visual ▪ Media audio/verbal
Pengolahan informasi pembelajaran	reflecting and acting;	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reflecting <ul style="list-style-type: none"> - observasi reflektif melibatkan pemeriksaan dan manipulasi informasi secara introspektif - pembelajar reflektif bekerja lebih baik sendiri atau dengan paling banyak satu orang lain. - pembelajar reflektif cenderung menjadi ahli teori. - pembelajar reflektif tidak belajar banyak dalam situasi yang tidak memberikan kesempatan untuk berpikir tentang informasi yang disajikan. - Pengamat reflektif adalah ahli teori, pemodel matematika, orang yang dapat mendefinisikan masalah dan mengusulkan solusi yang mungkin. ▪ Acting <ul style="list-style-type: none"> - Gaya belajar dengan melibatkan melakukan sesuatu di dunia luar dengan informasi— mendiskusikannya atau menjelaskannya atau mengujinya dengan cara tertentu - Pelajar aktif' adalah seseorang yang merasa lebih nyaman dengan, atau lebih baik dalam, eksperimen aktif - Kelompok pembelajar aktif (active learner) mempunyai kesamaan dengan gaya belajar kinestetik dan neurolinguistik - Pembelajar aktif bekerja dengan baik dalam kelompok; - Pembelajar aktif cenderung eksperimentalis - Pembelajar aktif tidak banyak belajar dalam situasi yang mengharuskan mereka untuk pasif - Aktif' menandakan bahwa siswa melakukan sesuatu di kelas lebih dari sekadar mendengarkan dan menonton, misalnya, berdiskusi, bertanya, berdebat, bertukar pikiran, atau merefleksikan. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belajar sendiri ▪ Belajar berkelompok ▪ Berpikir teori ▪ Berpikir praktek/lapangan /aplikatif

		<ul style="list-style-type: none"> - Eksperimen aktif adalah mereka yang mengevaluasi ide, merancang dan melaksanakan eksperimen, dan menemukan solusi yang berhasil— penyelenggara, pembuat keputusan. ▪ Cara mengajar pembelajaran aktif dan reflektif: Terutama, instruktur harus bergantian kuliah dengan sesekali jeda untuk berpikir (reflektif) dan diskusi singkat atau kegiatan pemecahan masalah (aktif), dan harus menyajikan materi yang menekankan baik pemecahan masalah praktis (aktif) dan pemahaman mendasar (reflektif). 	
Pengorganisasian pembelajaran	Deduktif dan induktif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deduktif <ul style="list-style-type: none"> - Penalaran yang dimulai dari hal-hal umum ke hal-hal khusus - Menyimpulkan konsekuensi. - Deduksi mungkin menjadi bagian dari proses solusi tetapi tidak pernah menjadi keseluruhan proses. - deduksi adalah gaya mengajar alami manusia ▪ Induktif <ul style="list-style-type: none"> - Adalah perkembangan penalaran yang dimulai dari hal-hal khusus (pengamatan, pengukuran, data) ke hal-hal umum (aturan yang mengatur, hukum, teori). - Menyimpulkan prinsip - Induksi adalah gaya belajar alami manusia. ▪ Cara efektif untuk menjangkau kedua kelompok adalah dengan mengikuti metode ilmiah dalam presentasi kelas: pertama induksi, kemudian deduksi. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penjelasan umum ▪ Penjelasan khusus
	Sequential and Global Learners	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sequential <ul style="list-style-type: none"> - pelajar sekuensial mengikuti proses penalaran linier ketika memecahkan masalah - Pembelajar sekuensial dapat bekerja dengan materi ketika mereka memahaminya sebagian atau secara dangkal, - Pembelajar sekuensial mungkin kuat dalam pemikiran dan analisis konvergen - belajar paling baik ketika materi disajikan dalam perkembangan kompleksitas dan kesulitan yang stabil; ▪ Global Learner 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisis/konvergen ▪ Sintesis//divergen

	<ul style="list-style-type: none"> - pelajar global membuat lompatan intuitif dan mungkin tidak dapat menjelaskan bagaimana mereka menemukan solusi - Mereka belajar dengan pas dan mulai: - pelajar global mungkin lebih baik dalam berpikir divergen dan sintesis. - pembelajar global terkadang lebih baik dengan melompat langsung ke materi yang lebih kompleks dan sulit. - pelajar global adalah siswa terakhir yang harus hilang dari pendidikan tinggi dan masyarakat. Mereka adalah synthesizer, peneliti multidisiplin, pemikir sistem, orang yang melihat hubungan yang tidak dilihat orang lain. Mereka bisa menjadi insinyur yang benar-benar luar biasa—jika mereka selamat dari proses pendidikan. <p>▪ Untuk mencapai pembelajar global di kelas, instruktur harus memberikan gambaran besar atau tujuan pelajaran sebelum menyajikan langkah-langkah, melakukan sebanyak mungkin untuk membangun konteks dan relevansi materi pelajaran dan menghubungkannya dengan pengalaman siswa. .</p>	
--	--	--

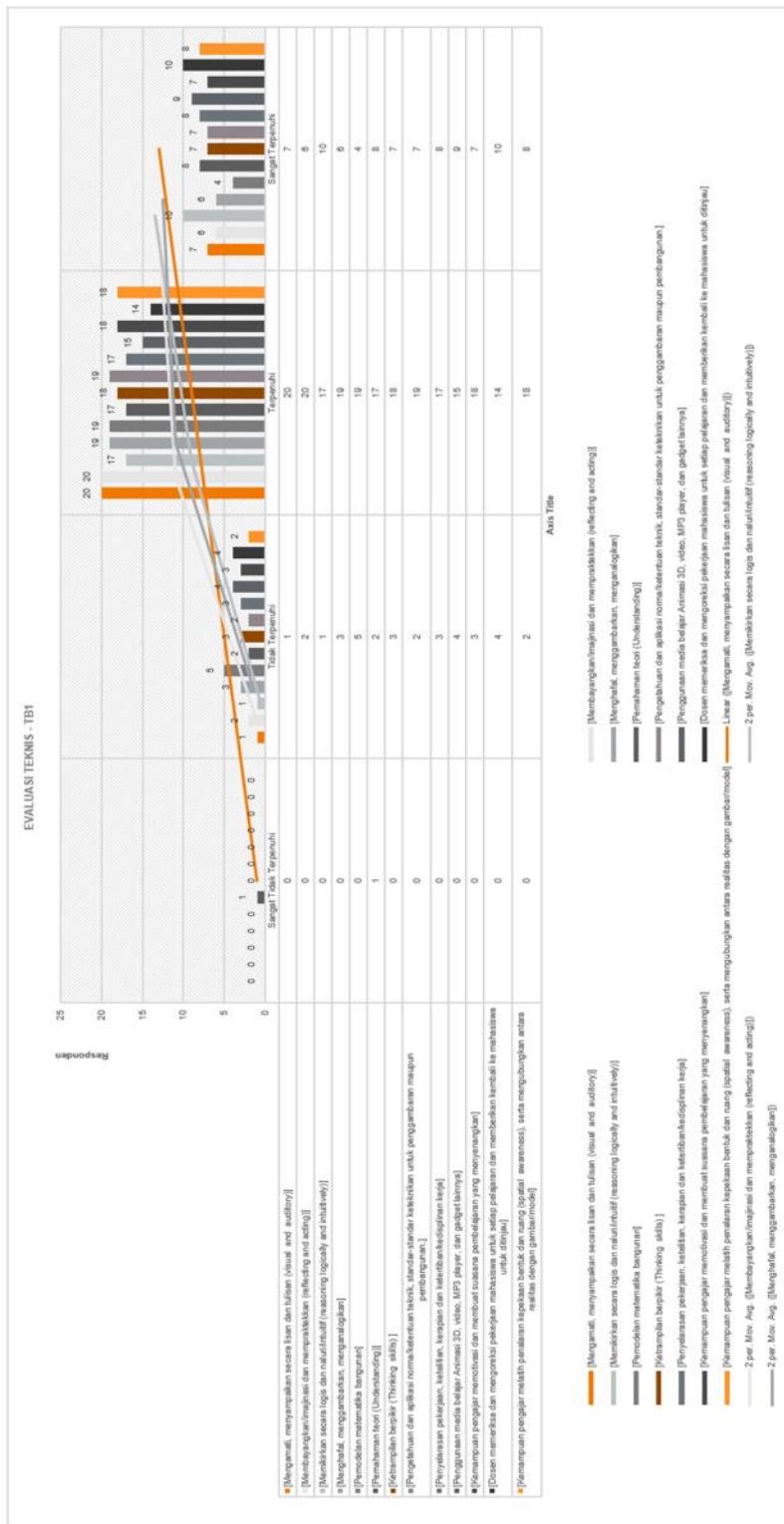
Tabel Penilaian Evaluasi Pembelajaran Bidang Teknologi Bangunan

No	Aspek	Keterangan Penjelas	Komponen Aspek
1	Kebutuhan ragam pendekatan pembelajaran untuk mahasiswa	Ragam kebutuhan pendekatan pembelajaran : <i>visual-auditori, induktif-deduktif, aktif-reflektif, sekuensial-global, naluri-penalaran rasional</i>	a) Mengamati, menyampaikan secara lisan dan tulisan (<i>visual and auditory</i>) b) Membayangkan/imajinasi dan mempraktekkan (<i>reflecting and acting</i>) c) Memikirkan secara logis dan naluri/intuitif (<i>reasoning logically and intuitively</i>) d) Menghafal, menggambarkan, menganalogikan. e) Pemodelan matematika bangunan
2	Kebutuhan pengembangan daya pikir (kognisi) mahasiswa	Aspek Ketrampilan berpikir (<i>Thinking skills</i>), mencakup : <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Fokus</u> : mengidentifikasi masalah dengan baik. ▪ <u>Reason</u> : alasan yang diberikan bersifat logis. ▪ <u>Interference</u> : alasan yang diberikan tepat. ▪ <u>Situation</u> : membandingkan dengan situasi sebenarnya. ▪ <u>Clarity</u> : kejelasan istilah dan argumen yang dikemukakan/disimpulkan. ▪ <u>Overview</u> : pengecekan terhadap sesuatu yang telah ditemukan, dipelajari dan disimpulkan. 	a) Pemahaman teori (<i>Understanding</i>) b) Ketrampilan berpikir (<i>Thinking skills</i>)
3	Kebutuhan pengembangan pengetahuan (<i>Knowledge Development</i>)		Pengetahuan dan aplikasi norma/ketentuan teknik, standar-standar keteknikan untuk penggambaran maupun pembangunan.

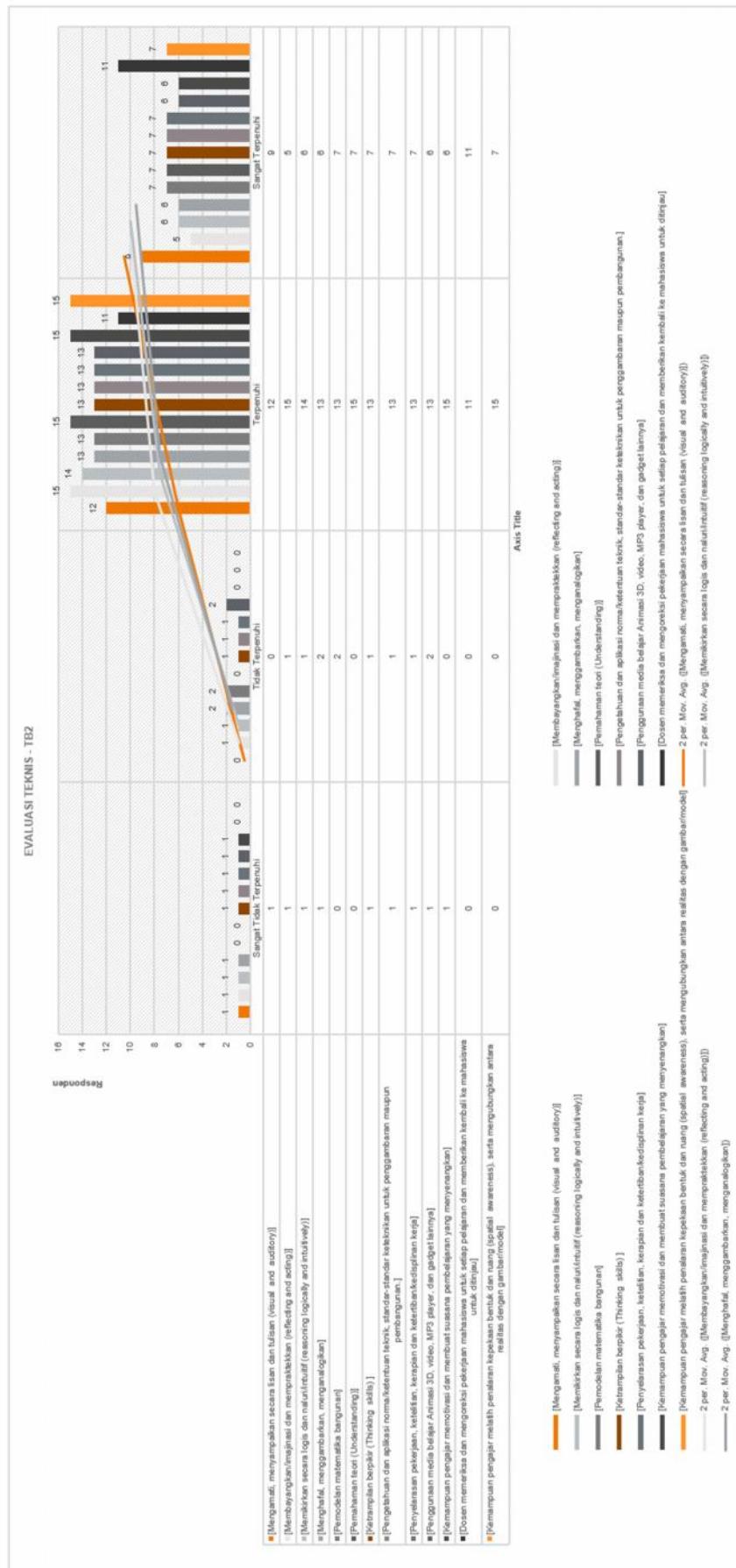
4	Kebutuhan pengembangan psikomotor (<i>Psychomotor Development</i>)		Penyelarasan pekerjaan, ketelitian, kerapian dan ketertiban/kedisiplinan kerja
5	Kebutuhan terhadap teknologi baru		Penggunaan media belajar Animasi 3D, video, MP3 player, dan gadget lainnya
6	Kebutuhan pengembangan minat (<i>affective behaviour</i>)		Kemampuan pengajar memotivasi dan membuat suasana pembelajaran yang menyenangkan
7	Umpulan balik (<i>feedback</i>) dari pengajar		Dosen memeriksa dan mengoreksi pekerjaan mahasiswa untuk setiap pelajaran dan memberikan kembali ke mahasiswa untuk ditinjau.
8	Ketrampilan Visualisasi Spasial (bentuk dan ruang) untuk mahasiswa	<p>Aspek kemampuan visual-spasial yang diperlukan :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kemampuan membayangkan dan mengilustrasikan obyek setelah mengalami rotasi, refleksi, dilatas ▪ Kemampuan menentukan obyek gambar yang sesuai dengan posisi tertentu dari rangkaian obyek geometri spasial. ▪ Kemampuan memprediksi secara akurat bentuk nyata pada obyek geometri spasial yang dirasakan dalam sudut pandang tertentu. ▪ Kemampuan menentukan gambar obyek sederhana yang melekat pada gambar yang lebih kompleks. ▪ Kemampuan membangun model yang terkait obyek geometri spasial. 	Kemampuan pengajar melatih penalaran kepekaan bentuk dan ruang (<i>spatial awareness</i>), serta menghubungkan antara realitas dengan gambar/model

	■ Kemampuan menggambar dan membandingkan hubungan logis komponen bentuk ruang.	
--	--	--

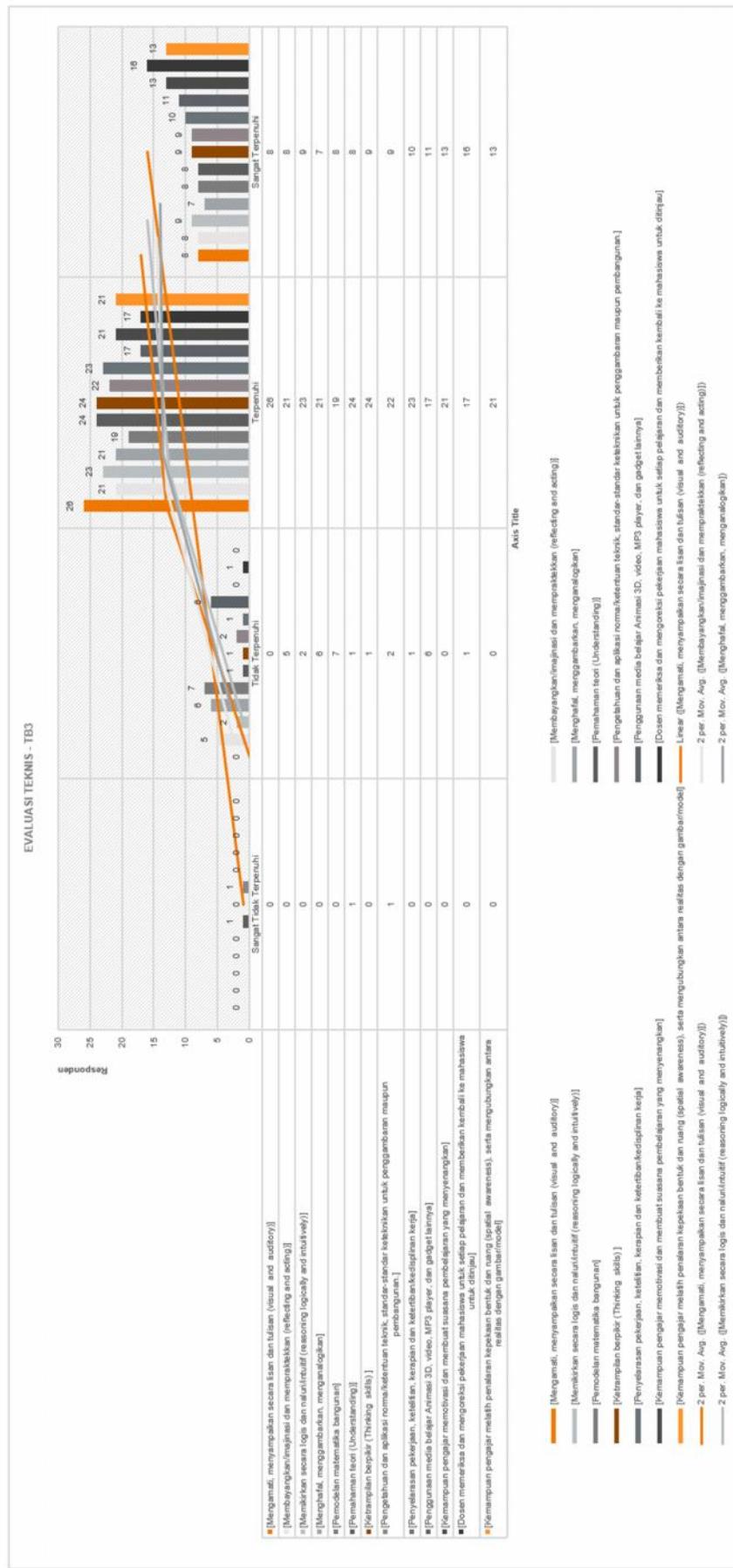
2.1.1.1. Hasil Pengumpulan Data Responden Pengajaran dan Pembelajaran Bidang Keteknikan



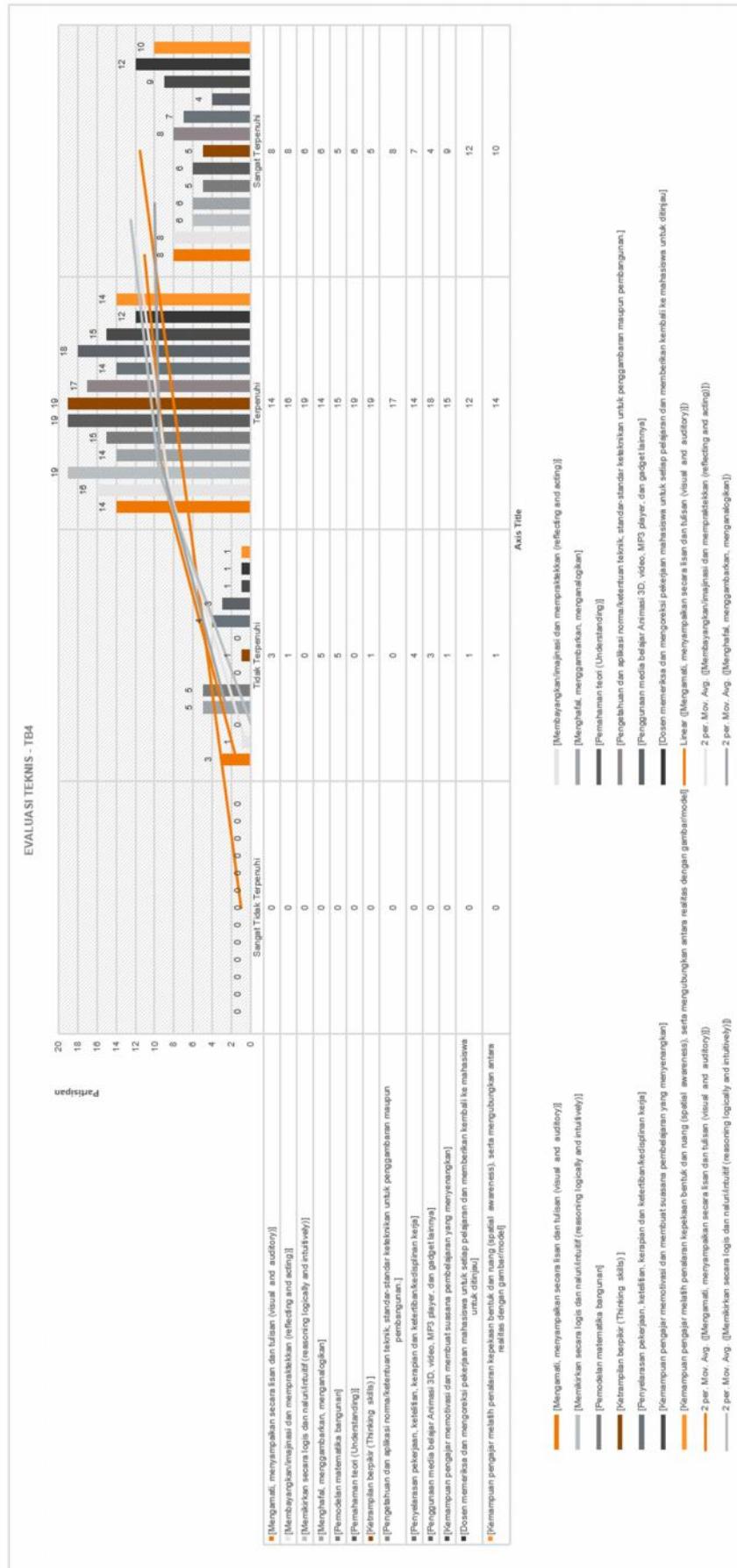
Teknologi Bangunan 2



Teknologi Bangunan 3



Teknologi Bangunan 4



4.2. Hasil dan Pembahasan

4.2.1. Interaktif dan Inovatif dalam Pembelajaran Teknologi Bangunan

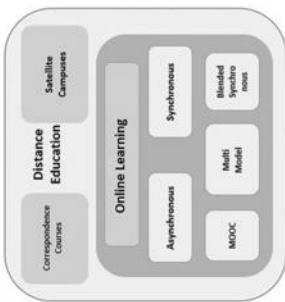
Dari hasil data responden didapatkan prioritas untuk masing-masing metode PBL (Teknik, Strategi, Penilaian) dan TDEG (Pembelajaran, Evaluasi) pada masing-masing mata kuliah Teknologi Bangunan (Tekbang). Berikut detail urutannya;

	Interactive - PBL	Innovative - Tools
Tekbang 1	<p>Teknik: (1) Site visit, Classwork Drawing Activities (2) Game-Based Learning (3) Student Class Presentations</p> <p>Strategi: (1) Problem-Based Learning (2) Self-Reflecting Reports and Learning Diaries (3) Small group</p> <p>Penilaian: (1) Observasi dan refleksi (2) Pertanyaan terstruktur (3) Portofolio</p>	<p>Pembelajaran: (1) Student motivation tools (2) Technical drawing learning tools (3) Exercise workbook</p> <p>Evaluasi: (1) Close ended question, Essay question test (2) Online based test</p>
Tekbang 2	<p>Teknik: (1) Site visit, Classwork Drawing Activities (2) Student Class Presentations (3) Game-Based Learning</p> <p>Strategi: (1) Problem-Based Learning (2) Self-Reflecting Reports and Learning Diaries (3) Small group</p> <p>Penilaian: (1) Observasi dan refleksi (2) Portofolio (3) Pertanyaan terstruktur</p>	<p>Pembelajaran: (1) Student motivation tools, Exercise workbook (2) Technical drawing learning tools</p> <p>Evaluasi: (1) Essay question test (2) Close ended question (3) Online based test</p>
Tekbang 3	<p>Teknik: (1) Site visit (2) Classwork Drawing Activities (3) Game-Based Learning (4) Student Class Presentations</p> <p>Strategi: (1) Problem-Based Learning (2) Small group (3) Self-Reflecting Reports and Learning Diaries</p> <p>Penilaian: (1) Observasi dan refleksi (2) Pertanyaan terstruktur (3) Portofolio</p>	<p>Pembelajaran: (1) Technical drawing learning tools (2) Exercise workbook (3) Student motivation tools</p> <p>Evaluasi: (1) Essay question test (2) Online based test (3) Close ended question</p>
Tekbang 4	<p>Teknik: (1) Classwork Drawing Activities (2) Site visit, Student Class Presentations (3) Game-Based Learning</p> <p>Strategi: (1) Problem-Based Learning (2) Self-Reflecting Reports and Learning Diaries (3) Small group</p> <p>Penilaian: (1) Pertanyaan terstruktur (2) Observasi dan refleksi (3) Portofolio</p>	<p>Pembelajaran: (1) Technical drawing learning tools (2) Exercise workbook, Student motivation tools</p> <p>Evaluasi: (1) Essay question test (2) Online based test (3) Close ended question</p>

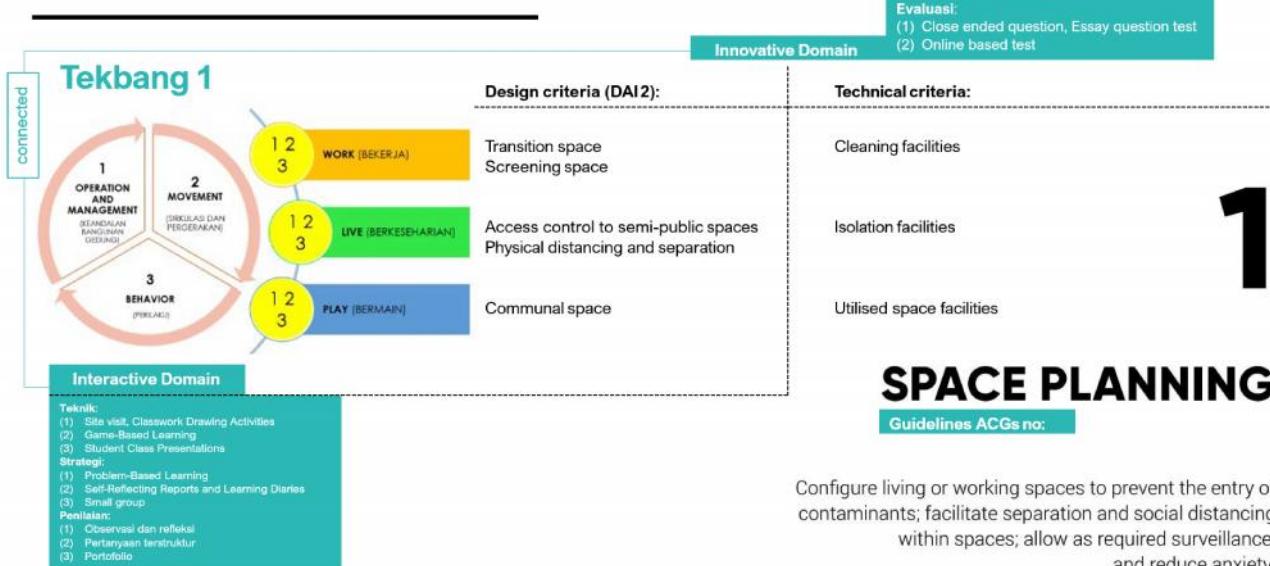
Dari hasil di atas maka integrasi arsitektur dengan teknologi berdasarkan ACGs—ARCASIA COVID-19 Guidelines (ACGs 13 Guidelines) dengan metode Interactive – PBL dan Innovative – TDEG terangkum dalam framework berikut dan diuraikan untuk masing-masing mata kuliah Teknologi Bangunan pada gambar setelahnya:

Research framework based on integration of design & technology guidelines

ACGs 13 Guidelines				Technical Criteria	Design Criteria (DA)	Interactive - PBL	Innovative - Tools
Tekbang 1	(1) Space Planning						
	Work	Cleaning facilities		Transition space	Screening space	Teknik: (1) Site visit, Claswork, Drawing Activities (2) Game-Based Learning (3) Student Class Presentations Strategi: (1) Problem-Based Learning (2) Self-Reflecting Reports and Learning Davies (3) Small group Penilaian: (1) Observasi dan refleksi (2) Pertanyaan terstruktur (3) Portfolio	Pembelajaran: (1) Student motivation tools (2) Technical drawing learning tools (3) Close ended question, Essay question test (2) Online based test
	Live	Isolation facilities		Access control to semi-public spaces	Physical distancing and separation		
Tekbang 2	(2) Building Technologies			Utilised space facilities	Communal space	Teknik: (1) Site visit, Claswork, Drawing Activities (2) Student Class Presentations (3) Game-Based Learning Strategi: (1) Problem-Based Learning (2) Self-Reflecting Reports and Learning Davies (3) Small group Penilaian: (1) Observasi dan refleksi (2) Portfolio (3) Pertanyaan terstruktur	Pembelajaran: (1) Student motivation tools, Exercise workbook (2) Technical drawing learning tools (3) Close ended question (3) Online based test
	Work	Virtual reality		Design and construction tools			
	Play	Management plan		Drainage system	LATEST technology materials		
Tekbang 3	(3) Adapting to Environment			Airflow and sources of fresh air	Ventilation system	Teknik: (1) Site visit (2) Claswork, Drawing Activities (3) Game-Based Learning (4) Student Class Presentations Strategi: (1) Problem-Based Learning (2) Small group (3) Self-Reflecting Reports and Learning Davies (3) Small group Penilaian: (1) Observasi dan refleksi (2) Pertanyaan terstruktur (3) Portfolio	Pembelajaran: (1) Technical drawing learning tools (2) Exercise workbook (3) Student motivation tools (4) Online based test (3) Close ended question
	Work	Transport system		Capacity, crowd, and density planning			
	Play	Community space		Remote working and learning			
Tekbang 4	(7) Resilience and Contingency Planning			Communal setting for individuals	Religious and socio-cultural activities	Teknik: (1) Claswork, Drawing Activities (2) Site visit, Student Class Presentations (3) Game-Based Learning Strategi: (1) Problem-Based Learning (2) Self-Reflecting Reports and Learning Davies (3) Small group Penilaian: (1) Pertanyaan terstruktur (2) Observasi dan refleksi (3) Portfolio	Pembelajaran: (1) Technical drawing learning tools (2) Exercise workbook, Student motivation tools (3) Game-Based Learning (4) Online based test (3) Close ended question
	Work	Contingency plan		Multifunctional and shared space	Timespace sharing		
	Play	Mitigate disruption to operation		Infrastructure, essential utility	Connectivity for communication		
				Current situation	Culture for resilience development		
				Mitigate disruption to operation			



Design & Technology Guidelines based on Pandemic (interactive & innovative)

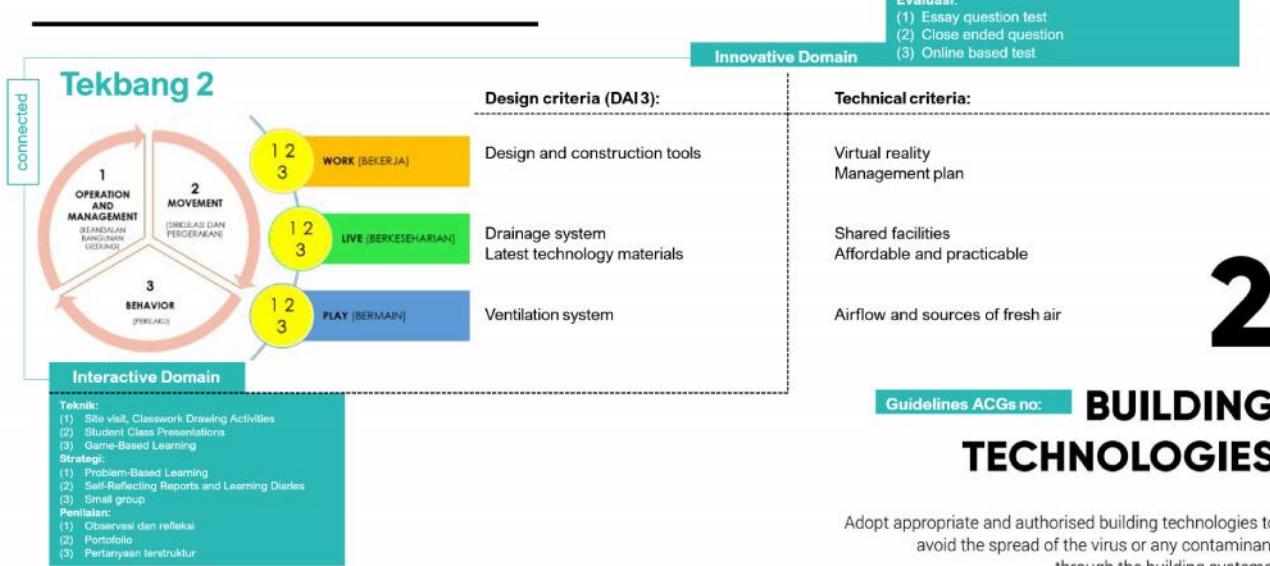


SPACE PLANNING

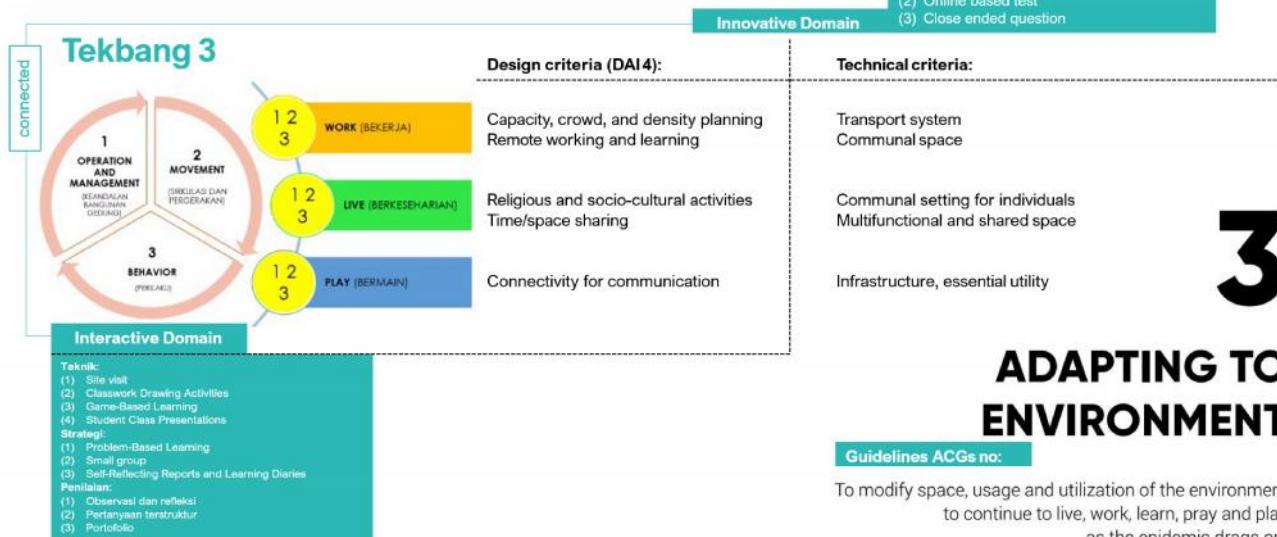
Guidelines ACGs no:

Configure living or working spaces to prevent the entry of contaminants; facilitate separation and social distancing within spaces; allow as required surveillance; and reduce anxiety.

Design & Technology Guidelines based on Pandemic (interactive & innovative)



Design & Technology Guidelines based on Pandemic (interactive & innovative)



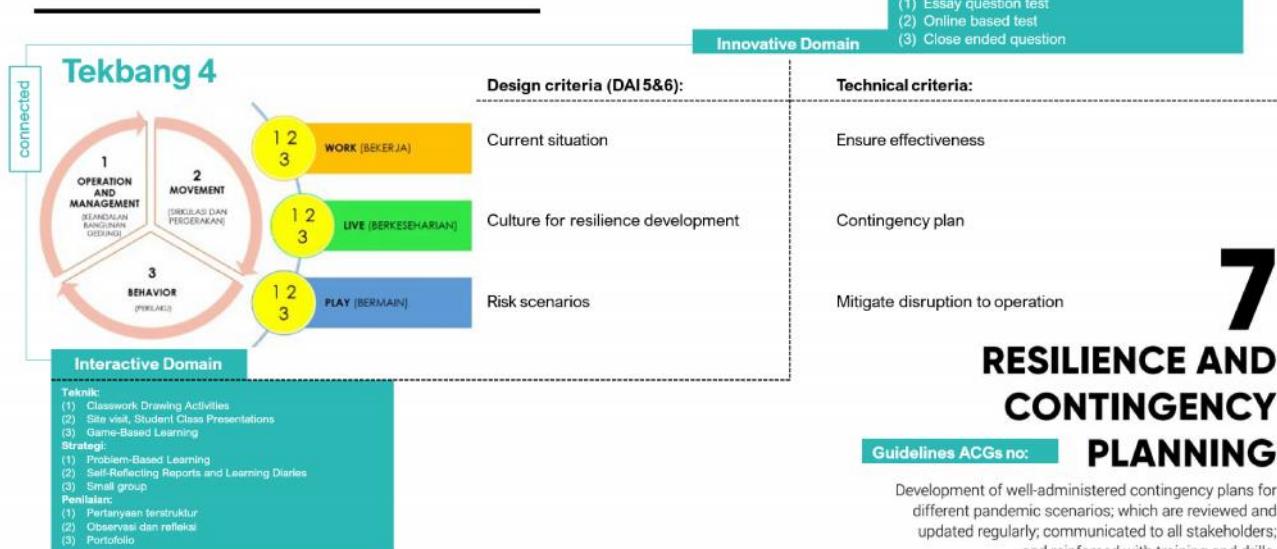
3

ADAPTING TO ENVIRONMENT

Guidelines ACGs no:

To modify space, usage and utilization of the environment to continue to live, work, learn, pray and play as the epidemic drags on.

Design & Technology Guidelines based on Pandemic (interactive & innovative)



7

RESILIENCE AND CONTINGENCY PLANNING

Roles and Responsibility

No	Komponen	Dosen/Fasilitator	Mahasiswa	Distance Education Type
1	Input Lecture the use of alternative media in delivery	The facilitator is given the freedom to use alternative media such as video, YouTube, PADLET, KAHOOT, or any other forms of presentation method to achieve the objective of the input lecture	Initiate and explore different ways of presenting ideas or information (forum, debate, roleplay, wheel of fortune gameplay, video shoot, etc)	Asynchronous
	Practising innovative and interactive teaching and learning	Students' involvements are highly encouraged in this input lecture series and can be an opportunity for them to present the content based on their research or findings and share the outcome. The facilitator's task varies from creating the framework for the class to plan or arrange their findings for delivery, making a decision on the lecture topic for discussion	Before the input lecture, the students are required to perform self learning by familiarising themselves with the lecture topic and provide sufficient reading materials during the class for discussion	Synchronous - Online
2	Tutorial or Sharing Online discussion platform usage (PADLET) – Discussion and feedback	To create online discussion or sharing platform (PADLET) in which it is segregated by the tutorial groups as assigned earlier. To monitor the students participation	To share and present the books and reference materials in the group (during studio discussion and PADLET). To make use of the online sharing platform (PADLET) created for discussion giving feedback and comment among the group members on their findings and research	Asynchronous
	Rotating Tutorial Group	To assign the student into several groups for design critiques which is facilitated by the assigned facilitator/tutor and the students participated in both group and individual tutorial. To practise rotating tutorial group that allowed the students to receive more exposure from several tutors (minimum two tutors)		Synchronous - Offline
3	Project Assessment	To Allow students to participate in the peer project assessment. Ideally the peer assessment should be conducted as progress assessment (midterm, etc)	To participate in peer project assessment to evaluate their peer's work in the given group based on the assessment criteria/rubric provided by the facilitator	Synchronous - Offline

4.2.2. Evaluasi Teknis dalam Pembelajaran Teknologi Bangunan

Dari hasil data responden didapatkan prioritas untuk aspek-aspek pengajaran dan pembelajaran bidang keteknikan pada masing-masing mata kuliah Teknologi Bangunan (Tekbang). Berikut detail urutan prioritasnya;

- 1. Kebutuhan ragam pendekatan pembelajaran untuk mahasiswa**

Meskipun mayoritas mahasiswa (95,8%) sudah memiliki perangkat untuk menjalani PJJ, namun di sisi lain mahasiswa merasa metode PJJ saat ini belum tepat karena mahasiswa merasa tidak dapat memantau perkembangan PJJ dengan mudah, tidak dapat memperoleh materi pembelajaran dengan mudah juga tidak dapat mempelajari materi dengan mudah. Secara keseluruhan, baik dari sisi teknologi maupun sisi dosen, mahasiswa tidak puas dengan metode PJJ yang dijalannya saat ini dan juga merasa tidak puas dengan kemampuan dosen dalam menyampaikan materi pada PJJ(Napitupulu, 2020). Untuk itu penerapan pembelajaran teknologi bangunan pada desain arsitektur islami dituntut lebih untuk bisa memberikan aspek yang interaktif dan inovatif dengan cara mengajak mahasiswa belajar mandiri sesuai dengan tingkat pengetahuan pembelajaran.

Teknologi pembelajaran merupakan suatu bidang kajian khusus ilmu pendidikan dengan objek formal "belajar". Belajar bukan hanya dilakukan oleh dan untuk individu, melainkan oleh dan untuk kelompok, bahkan oleh organisasi secara keseluruhan. Belajar dapat di mana saja, kapan saja dan pada siapa saja, mengenai apa saja, dengan cara dan keperluan atau kebutuhan. Teknologi pembelajaran meramu sejumlah disiplin dasar dan bidang terapannya menjadi suatu prinsip, prosedur, dan ketrampilan. Selain itu juga memadukan berbagai macam pendekatan dari bidang psikologi, komunikasi, manajemen, rekayasa dan lain-lain secara bersistem (Warsita, 2008).

- 2. Kebutuhan pengembangan daya pikir (kognisi) mahasiswa**

Penggunaan teknologi untuk menciptakan objek arsitektur membawa pada diskusi tentang tektonik. Istilah tektonika berasal dari kata Yunani tekton, yang berarti tukang atau tukang kayu. Istilah tersebut mengarah pada kata architeckton atau master builder, dan definisi tekton akhirnya diperluas mencakup kualitas estetika ("Kenneth Frampton - Technology, Place and Architecture - The 1996 Jerusalem Seminar in Architecture," 2018). Robert Maulden menulis bahwa tektonika berkaitan dengan kesadaran diri yang

tampak dari sebuah bangunan sehubungan dengan konstruksinya (Maulden, 1986). Kegiatan tambal merupakan hasil pertimbangan kembali tentang metode, teknik dan alat pengajaran baru untuk mencapai tujuan memahami tektonik bagi mahasiswa arsitektur.

3. Kebutuhan pengembangan pengetahuan (Knowledge Development)

Metode pembelajaran tektonik dengan uji coba langsung menjadi penting di Manado yang mayoritas mahasiswanya berasal dari daerah pedalaman Manado maupun daerah pedalaman lainnya di Indonesia Timur. Kualitas pendidikan arsitektur di seluruh Indonesia tidak dapat disamaratakan karena berkaitan dengan keterampilan berbahasa peserta didiknya. Daerah-daerah di Indonesia memiliki bahasa masing-masing yang biasanya semakin ke pelosok, semakin jauh dari penggunaan bahasa Indonesia baku. Budaya pendidikan di daerah kerap dominan menggunakan bahasa daerah dalam kegiatan belajar, sehingga tidak mudah memahami teks bahasa Indonesia baku ataupun teks bahasa Inggris. Dengan fasilitas terbatas, studi mandiri sulit dilakukan karena fasilitas yang tidak memadai (jaringan internet yang tidak terjangkau hingga daerah pedalaman hingga perpustakaan yang menyimpan dokumentasi tertulis maupun sumber teks lainnya yang terbatas). Sehingga pada beberapa daerah, salah satunya di Manado, pembelajaran arsitektur, khususnya teori-teori yang berkaitan, akan cukup sulit dijelaskan secara lisan maupun tulisan. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap pemahaman literatur bagi peserta didik. Selain itu, setiap ranah ilmu selalu memiliki bahasa tersendiri menurut bidangnya masing-masing, seperti bahasa kedokteran, bahasa filsafat, bahasa seni, dan termasuk bahasa arsitektur. Hal ini menjadi salah satu permasalahan bagi peserta didik di pelosok daerah Indonesia, tentang bagaimana peserta didik dapat memahami informasi ranah ilmunya jika tidak memiliki keterampilan artikulasi ranah ilmu tersebut. Praktik uji coba langsung melalui kegiatan tambal yang dilakukan dengan berkelompok dan dengan rentang waktu yang ditentukan menjadi penting untuk menjembatani kebutuhan pembelajaran mahasiswa terkait dengan kemungkinan kesulitan artikulasi ekspresi sistem tektonik. Kegiatan tambal mengajarkan mahasiswa mencapai titik maksimal desain berdasarkan keterbatasan alat, material, dan waktu yang diberikan; sekaligus melatih mahasiswa memikirkan bentuk, konstruksi, material, dan struktur secara bersamaan untuk

memperkuat kualitas arsitektural dari objek terpilih. Dalam kegiatan tambal, mahasiswa juga dihadapkan pada kompleksitas kerja tim dan keterbatasan waktu untuk mendapat sebuah kesepakatan pengembangan desain.

4. Kebutuhan pengembangan psikomotor (Psychomotor Development)

Pengembangan yang dilakukan merupakan hasil dari kebutuhan dan penyesuaian desain terhadap pola eksisting. Sehingga, dalam melakukan kegiatan tambal terdapat beberapa parameter yang ditekankan ke mahasiswa, diantaranya:

- a) Proses tambal perlu mempertahankan pola material dan struktur eksisting. Jika pada objek kasus ditemukan penggunaan material yang tidak utuh (dengan ukuran beragam/sudah terpotong, dsb.), maka pengembangan lebih lanjut harus mempertahankan pola penggunaan material sesuai yang ditemukan pada objek, begitu juga dengan struktur. Hal ini bertujuan agar mahasiswa menambah pengetahuan mengenai tipe sambungan yang cocok pada kasus yang beragam.
- b) Mahasiswa tidak diperbolehkan untuk mengganti sistem struktur dan metode konstruksi eksisting, tetapi diperbolehkan untuk menambahkan /mengembangkannya; contoh: diperbolehkan jika perlu menambah struktur baru dengan tujuan memperkuat sistem struktur yang sebelumnya.
- c) Pengembangan yang dilakukan harus sesuai dengan kondisi sosial penghuni yang bekerja sebagai pemulung dan berdiri di tanah sewaan. Sehingga, pengembangan tidak diperbolehkan menghasilkan sesuatu yang permanen, melainkan menggunakan sistem bongkar pasang. Mahasiswa juga diingatkan untuk tidak menambahkan material yang susah didapat oleh penghuni atau dengan harga yang
- d) tidak sebanding dengan kondisi ekonomi pemilik rumah. Sensitivitas terhadap nilai material tersebut menjadi penting untuk mengetahui material-material yang mudah didapat namun potensial bagi kebutuhan tektonik yang beragam.

5. Kebutuhan terhadap teknologi baru

Metode pembelajaran tektonik menggunakan pertimbangan struktur dan konstruksi sebagai pemicu desain. Metode ini menuntut adanya pengembangan sistem yang sesuai terhadap objek kasus dengan masalah dan kebutuhannya masing-masing. Hal tersebut sesuai dengan praktik arsitektur yang selalu didasarkan pada penyelesaian

suatu kebutuhan yang spesifik. Dengan kata lain, setiap masalah tidak dapat ditangani dengan cara yang sama, sehingga metode pembelajaran berbasis masalah yang ditemukan pada kasus (case-based learning) menjadi sangat dibutuhkan dalam studio arsitektur.

6. Kebutuhan pengembangan minat (affective behaviour)

Metode pembelajaran ini digunakan untuk mencapai pada pemahaman tentang tektonik, dimana tektonika yang dipahami tidak selalu terlihat dari hasil akhirnya saja, namun proses panjang yang melatar belakanginya, mulai dari budaya memilih material, mengolah, hingga merakit susunan dan sambungan, yang menjadi satu kesatuan pemahaman mahasiswa tentang aspek tektonik yang berbasis lokalitas dalam arsitektur.

Umpulan balik (feedback) dari pengajar.

7. Ketrampilan Visualisasi Spasial (bentuk dan ruang) untuk mahasiswa

Penggabungan pembelajaran langsung berdasarkan pengalaman dalam studio arsitektur dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa untuk lebih memahami kompleksitas struktur dan material dan menghasilkan solusi desain tektonik yang lebih efektif. Namun, proses pelaksanaan metode ini kerap memiliki kendala ekonomi dan logistik yang dapat menjadi hambatan untuk menggunakan metode pembelajaran ini dalam studio arsitektur secara berkelanjutan.

BAB V.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Perkembangan teknologi dan industri konstruksi melalui adanya revolusi industri 4.0 membawa dampak besar pada tuntutan pembenahan kurikulum pembelajaran teknologi bangunan pada pendidikan arsitektur. Masuknya era *Internet of Things* (IoT) dan adanya pandemi Covid-19 semakin memicu perlunya pembelajaran secara inovatif serta interaktif, mengingat pembelajaran bidang teknologi bangunan saat ini dimungkinkan masih terjadi fenomena pembelajaran yang masih berorientasi pada pengajarnya. Pada penelitian ini menunjukkan kurikulum teknologi bangunan yang dibangun oleh prodi Teknik Arsitektur UIN Malang telah dapat diterima dan cukup terintegrasi dengan mata kuliah inti arsitektur khas UIN Malang yaitu Desain Arsitektur Islami. Meskipun demikian, masih perlu adanya penguatan pada beberapa aspek, diantaranya adalah peningkatan umpan balik dan penilaian pembelajaran mandiri oleh mahasiswa, serta perlunya format penilaian dan media pembelajaran berbasis teknologi digital.

5.2. Saran

Saran penelitian yang penting diperhatikan pada penelitian selanjutnya adalah perlunya eksplorasi media pembelajaran teknologi bangunan berbasis digital dan website yang lebih familiar bagi mahasiswa arsitektur maupun dosen. Saat ini sudah banyak tersedia software maupun website mengenai teknologi bangunan, namun belum terintegrasi dengan sistem pembelajaran di arsitektur. Selain itu, perlu pula dilakukan penelitian lanjutan mengenai pembelajaran berbasis teknologi bangunan dalam sudut pandang pengajar/dosen, mengingat penelitian ini masih berfokus dari sisi mahasiswa. Perlu dilakukan juga penelitian evaluatif untuk mengetahui bagaimana tingkat keberhasilan setelah diadakan perbaikan sistem pembelajaran teknologi bangunan di UIN Malang melalui hasil penelitian ini, setelah beberapa semester ataupun beberapa tahun kemudian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adanez, G. P., & Velasco, A. D. (2004). *Training visualization ability by technical drawing*. *Journal for Geometry and Graphics*, 8(1), 107–115.
- Alada, H. (2018). CHALLENGES OF “ TEACHING AND LEARNING ” IN TECHNICAL DRAWING COURSE: A COMPARISON OF ARCHITECTURAL AND. *Journal of Teaching and Education*, 08(02), 1–12.
- Azhar, S. (2011) ‘Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry’, *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), pp. 241–252. doi: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127.
- Barrows, H. S. (1986) ‘A taxonomy of problem□ based learning methods’, *Medical Education*, 20(6), pp. 481–486.
- Bouchlaghem, D. et al. (2005) ‘Visualisation in architecture, engineering and construction (AEC)’, *Automation in Construction*, 14(3), pp. 287–295. doi: 10.1016/j.autcon.2004.08.012.
- Building technology* (no date). <https://www.designingbuildings.co.uk>. Available at: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Building_technology (Accessed: 24 May 2021).
- Kenneth Frampton—Technology, Place and Architecture—The 1996 Jerusalem Seminar in Architecture. (2018, August 28). *Dezign Ark*. <https://dezignark.com/blog/kenneth-frampton-technology-place-and-architecture-the-1996-jerusalem-seminar-in-architecture/>
- Leite, F. and Brooks, G. (2020) ‘Integrating an Architectural Engineering Undergraduate Program with Building Information Modeling’, *Journal of Architectural Engineering*, 26(2), p. undefined-undefined.
- Martí, N. et al. (2017) ‘Design of interactive and collaborative learning units using TICs in architectural construction education’, *Revista de la Construccion*, 16(1), pp. 33–42. doi: 10.7764/RDLC.16.1.33.
- Mohler, J. L. (2001). Using interactive multimedia technologies to improve student understanding of spatiallydependent engineering concepts. In Proceedings of the GraphiCon
- Napitupulu, R. M. (2020). Dampak pandemi Covid-19 terhadap kepuasan pembelajaran jarak jauh. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 7(1), 23–33. <https://doi.org/10.21831/jitp.v7i1.32771>

- Rauf, H. L., Shareef, S. S. and Ukabi, E. (2019) 'Understanding the relationship between construction courses and design in architectural education', *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), pp. 3201–3207. doi: 10.35940/ijrte.C4919.098319.
- Sadana, A. S. (2017) 'PERUBAHAN PENGGUNAAN RUANG KOTA DAN BANGUNAN PADA KAWASAN BUDAYA OLEH PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DALAM KONSTRUKSI DAN UPAYA REVITALISASI', *Mintakat: Jurnal Arsitektur*, 18(1). doi: 10.26905/mintakat.v18i1.1477.
- Sgambi, L. *et al.* (2019) 'Active learning for the promotion of students' creativity and critical thinking: An experience in structural courses for architecture', *Archnet-IJAR*, 13(2), pp. 386–407. doi: 10.1108/ARCH-11-2018-0018.
- Shareef, S. S. and Farivarsadri, G. (2020) 'An innovative framework for teaching/learning technical courses in architectural education', *Sustainability (Switzerland)*, 12(22), pp. 1–17. doi: 10.3390/su12229514.
- Siebelink, S. *et al.* (2021) 'Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity', *Frontiers of Engineering Management*, 8(2), pp. 236–257. doi: 10.1007/s42524-019-0088-2.
- Sorby, S. A., & Baartmans, B. J. (2000). The Development and Assessment of a Course for Enhancing the 3-D Spatial Visualization Skills of First Year Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 89(3), 301-307.
- The Fourth Industrial Revolution is about to hit the construction industry. Here's how it can thrive* (no date) *World Economic Forum*. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2018/06/construction-industry-future-scenarios-labour-technology/> (Accessed: 24 May 2021).
- Villa, V., Motyl, B., Paderno, D., & Baronio, G. (2018). *TDEG based framework and tools for innovation in teaching technical drawing: The example of LaMoo project*. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(5), 1293–1305. <https://doi.org/10.1002/cae.22022>
- Wang, X. (no date) 'BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors', *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12(3), p. 101.
- Warsita, B. (2008). Teknologi pembelajaran landasan dan aplikasinya. *Jakarta: Rineka Cipta*, 135, undefined-undefined.