

Pelatihan Analisis Struktur Dan BIM Kontruksi Bangunan Gedung Untuk Alumni Jurusan Teknik Sipil

Musbar^{1*}, Rizal Syahyadi², Abdul Muhyi³, Teuku Riyadhshyah⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

musbaribrahim@pnl.ac.id (penulis korespondensi)*

Abstrak— Analisis struktur harus dapat memastikan bahwa alur, distribusi dan pengaruh beban terhadap struktur sehingga sebuah bangunan layak untuk dikerjakan. Perkembangan teknologi konstruksi yang semakin cepat pada era revolusi industri 4.0 dan menyongsong era 5.0, sehingga nilai tambah untuk sektor sumber daya manusia. Beberapa perangkat lunak yang harus dimiliki oleh lulusan teknik sipil dibidang konstruksi diantaranya aplikasi perhitungan struktur dan aplikasi pendukung untuk BIM (*building information modelling*). Pelaksanaan kegiatan PKM yang berupa pelatihan analisis struktur dan BIM untuk meningkatkan SDM lulusan Teknik Sipil PNL dengan mengacu pada laporan kementerian PUPR yang disusun dalam roadmap konstruksi digital Indonesia menunjukkan fakta yang menyatakan bahwa sektor konstruksi masih memperlihatkan efisiensi dan produktifitas yang masih lemah, perkembangan teknologi konstruksi yang masih rendah dibandingkan dengan negara maju serta SDM yang belum merata dan kurangnya sertifikasi keahlian. Kegiatan pelatihan berupa pelatihan penguasaan aplikasi perangkat lunak perhitungan struktur (CSi ETABS) dan BIM (CSi Details) tentang konstruksi bangunan gedung pada skala menengah – bawah. Kegiatan pelatihan ini dilaksanakan selama satu hari penuh yang bertempat di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil PNL dengan jumlah peserta sebanyak 6 orang. Materi pelatihan secara umum terbagi pada bagian 5 bagian utama, yaitu: modelisasi, pembebanan, analisis struktur, perhitungan volume dan pendetailan gambar. Sebagian besar peserta tidak mempunyai kemampuan dasar yang kuat untuk penggunaan aplikasi software yang digunakan selama pelatihan. Secara umum, pelatihan telah memberikan dasar pemahaman yang baik untuk peserta dan menjadi modal dalam persaingan di dunia kerja sesungguhnya.

Kata kunci— Analisis struktur, perangkat lunak, BIM

I. PENDAHULUAN

Merujuk pada data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2018 jumlah tenaga kerja bidang konstruksi di Indonesia sebanyak 8,3 juta orang. Dari jumlah tersebut, 1,6 juta atau 20 persen merupakan tenaga ahli dibidang konstruksi. Dari jumlah 1,6 juta tenaga ahli tersebut, baru 195.312 tenaga ahli yang telah memiliki sertifikat keahlian sesuai LPJK (Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi) nasional [1]. Hal ini menandakan masih ada 1,43 juta yang perlu dilakukan disertifikasi. Pemerintah sudah merancang sistem pengembangan maupun peningkatan kompetensi tenaga kerja Indonesia, termasuk tenaga ahli konstruksi. Sistem tersebut ditarget mulai berjalan tahun 2019. Kerangka konsepsi pemerintah dalam membangun kualitas dasar yang akan bekerja penuh sejak tahun 2019 dengan membagi dalam tiga layer, yaitu; satu tataran pelatihan, termasuk BLK, dan kedua sekolah menengah kejuruan dan ketiga politeknik. Secara struktural, ekonomi Indonesia masih ditopang oleh sektor industri yang mencapai 19,62% disusul oleh sektor pertanian sebesar 13,45% kemudian sektor perdagangan 13,02% dan sektor konstruksi yang berkontribusi 10% terhadap PDB [2].

Sementara Pemerintah terus melakukan berbagai upaya untuk mendukung program Pembangunan Sumber Daya Manusia. Hal ini sebagaimana disampaikan dan diapresiasi oleh Presiden RI bahwa kualifikasi tenaga kerja di Indonesia harus lebih banyak yang terlatih agar dapat lebih mudah terserap ke dalam dunia kerja. Untuk mendukung upaya tersebut, masih banyak hal yang harus dibenahi termasuk diantaranya proses bisnis industri konstruksi perlu diubah untuk meningkatkan efisiensi, menurunkan biaya produksi, memperbaiki proses produksi, dan meningkatkan mutu hasil produksi. Hal-hal tersebut saya harap mendapat respon positif

dari Perguruan Tinggi sebagai *Centre of Excellent* para tenaga ahli bidang konstruksi agar dihasilkan solusi kekinian yang terkait dengan isu strategis bidang konstruksi seperti *sustainable construction, value engineering, Building Information Modelling (BIM)*, serta hadirnya era industri 4.0.

Seperti yang disampaikan Dirjen Bina Konstruksi Kementerian PUPR Syarif Burhanuddin saat menjadi narasumber pada acara Kuliah Umum dan Workshop Peningkatan Kompetensi Tenaga Ahli Bidang Jasa konstruksi Provinsi Lampung, dengan tema “Tantangan Lulusan Pendidikan Tinggi Dalam Era Industri Konstruksi 4.0 dan Society 5.0” di Bandar Lampung, Jumat, 12 April 2019. Dirjen Bina Konstruksi mengatakan revolusi industri generasi keempat atau Industri 4.0 sarat dengan penggunaan teknologi sehingga harus direspon dengan kesiapan data dan sumber daya manusia (SDM) yang memadai. Apalagi jika melihat jumlah tenaga kerja konstruksi bersertifikat (data LPJKN per April 2019) adalah 627.500 orang yang terdiri dari 429.588 orang tenaga terampil dan 197.892 tenaga ahli, atau baru sekitar 7,6 % dari total jumlah tenaga kerja konstruksi sebesar 8,3 juta orang [3].

Pengembangan strategi khusus diperlukan dalam rangka percepatan sertifikasi tenaga kerja konstruksi, sebagaimana amanah Undang-Undang Jasa Konstruksi nomor 2 Tahun 2017. Beberapa upaya yang telah dan sedang dilakukan pemerintah diantaranya dengan melakukan *harmonisasi supply – demand* tenaga kerja konstruksi, melakukan kerjasama baik dengan dunia pendidikan maupun kementerian dan lembaga, dan lain sebagainya. Dalam hal *harmonisasi supply-demand*, Pemerintah mengoptimalkan peran Perguruan Tinggi dalam pembangunan infrastruktur era disrupsi teknologi 4.0 melalui beberapa program yaitu, Program link and match dunia pendidikan dengan dunia jasa konstruksi,

melalui upaya penyelarasan kurikulum dan kerjasama pendidikan dan industri Reorientasi kurikulum berbasis *digital* dan *robotic*. Melalui upaya digitalisasi kurikulum dan pengembangan *robotic* di dunia pendidikan; Penguatan pendidikan vokasi dan kejuruan, melalui upaya penyederhanaan program studi sesuai tuntutan industri dan perkuatan program studi favorit industri; Pengembangan metode pembelajaran melalui sistem informasi untuk mempercepat peningkatan kompetensi sumber daya manusia. Kemudian dilakukan pula skema pemagangan berbasis kebutuhan dunia kerja, melalui optimalisasi praktek magang dan pengembangan *teaching factory* dan *technopark*, serta entrepreneurship, melalui upaya pengembangan karakter kreatif, inovatif dan pengembangan inkubasi wirausaha. Selain itu dengan telah diterbitkannya Kepmen Ristekdikti Nomor 123/M/KPT/2019 tentang Magang Industri dan Pengakuan Satuan Kredit Semester Magang Industri untuk Program Sarjana dan Sarjana Terapan, kedepannya akan dilaksanakan Magang Mahasiswa di proyek-proyek infrastruktur setelah melalui proses seleksi penempatan, monitoring dan evaluasi. Pemerintah juga memiliki inovasi dalam pelayanan publik untuk mempercepat sertifikasi yang berbasis online, yaitu Sistem Informasi Belajar Intensif Mandiri atau SIBIMA Konstruksi. Dimana mahasiswa dapat mengaksesnya dengan mudah, murah dan efektif.

Salah satu masalah terkait kelancaran aktifitas konstruksi di Indonesia ialah kurangnya sumber daya manusia (SDM) yang andal. Kurangnya SDM kompeten di bidang manajemen konstruksi dan analisis struktur menjadi salah satu pemicu terjadinya keterlambatan serta kecelakaan dalam proses pembangunan konstruksi. Perkembangan teknologi konstruksi yang semakin cepat pada era revolusi industri 4.0 menuntut para lulusan perguruan tinggi dibidang konstruksi untuk menguasai berbagai aplikasi perangkat lunak sebagai nilai lebih untuk pada sektor sumber daya manusia. Beberapa perangkat lunak yang harus dimiliki oleh lulusan Teknik Sipil dibidang konstruksi diantaranya aplikasi perhitungan struktur dan aplikasi pendukung untuk BIM. Penguasaan aplikasi perangkat lunak tersebut khususnya yang berhubungan dengan aplikasi BIM pada alumni Jurusan Teknik Sipil PNL secara umum masih sangat rendah dibandingkan dengan lulusan dari Perguruan Tinggi lainnya. Mengacu pada laporan kementerian PUPR yang disusun dalam roadmap konstruksi digital Indonesia menunjukkan fakta yang menyatakan bahwa sektor konstruksi masih memperlihatkan efisiensi dan produktifitas yang masih lemah, perkembangan teknologi konstruksi yang masih rendah dibandingkan dengan negara maju serta SDM yang belum merata dan kurangnya sertifikasi keahlian.

II. METODE PELAKSANAAN

1. Analisis Struktur

Analisis struktur merupakan proses perhitungan dan penentuan pengaruh beban yang bekerja pada pada struktur konstruksi bangunan yang menimbulkan reaksi berupa gaya - gaya dalam (*internal forces*). Analisis struktur merupakan suatu hal yang sangat penting untuk memastikan bagaimana alur, distribusi dan pengaruh pembebanan terhadap struktur yang ditinjau sehingga diperoleh sebuah informasi yang dapat memberikan garansi bahwa bangunan tersebut aman untuk digunakan selama masa layan yang telah direncanakan. Selain beban yang mempengaruhi perilaku struktur adalah material,

geometri dan hubungan (koneksi) antar elemen struktur. Dengan melakukan analisis struktur maka dapat diketahui bagaimana perilaku struktur dan tingkat keahliannya saat dikenai beban yang bekerja.

Sebuah analisis struktur dapat dilakukan selama tahapan desain, pada saat pengujian maupun pasca konstruksi. Banyak kejadian kegagalan struktur menunjukkan bahwa kesalahan didalam memilih konfigurasi struktur, jenis material yang digunakan, serta sistem struktural dari bangunan. Akibat kesalahan tersebut dapat mengakibatkan kerusakan bahkan kehancuran secara menyeluruh dari struktur bangunan tersebut, terutama akibat pembebanan berulang yang disebabkan oleh pengaruh beban gempa. Hal ini disebabkan karena struktur bangunan tidak mempunyai kinerja dan respon yang baik pada saat pembebanan gempa terjadi.

Saat ini hampir semua analisis struktur dilakukan dengan menggunakan model matematika yang mengacu pada kaidah-kaidah mekanika, di mana model bisa elastis atau inelastis, linear atau non-linear, gaya dapat statis atau dinamis, dan model struktur mungkin bisa satu dimensi, dua dimensi atau tiga dimensi. Hal – hal yang dipelajari pada saat pelatihan analisis struktur meliputi:

Material

Untuk melakukan analisis struktural yang akurat, data lengkap mengenai sifat material yang digunakan sangat penting. Data tersebut meliputi berat jenis, kuat tarik, kuat tekan, modulus elastisitas, poisson ratio dan lainnya. Data – data sifat material tersebut diperoleh melalui pengujian di laboratorium dan juga dapat diperoleh dari vendor penyedia material konstruksi beton, baja tulangan, baja profil, baja ringan dan material atap yang sudah menyertakan data sheet sifat material yang ditawarkan.

Pembebanan

Salah satu elemen penting lainnya dalam analisis struktur adalah keakuratan estimasi beban yang diperkirakan akan membebani struktur. Beban struktur adalah gaya yang bekerja pada bagian struktur, atau pada sistem struktur, yang dengan analisis struktur dapat dihitung bagaimana alur dan distribusi gaya tersebut pada tiap elemen struktur yang menyebabkan gaya dalam (*internal forces*) pada elemen-elemen tersebut. Beban yang melebihi kekuatan elemen struktur akan menyebabkan kegagalan struktur dan kondisi seperti itu yang akan dipertimbangkan selama desain struktur.

Untuk gedung dan jembatan, beban vertikal utama adalah beban gravitasi, termasuk berat sendiri struktur dan berat dari semua bagian bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, alat atau mesin yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dengan bangunan, yang dikenal sebagai beban mati. Beban lainnya yang disebut beban hidup yaitu adalah berat dari penghuni dan atau barang-barang yang dapat berpindah, yang bukan merupakan bagian dari bangunan, bisa berupa beban terpusat, atau beban merata yang terdistribusi ke area yang luas seperti lantai. Selain beban gravitasi beban horisontal juga harus diperhitungkan seperti angin, gaya inersia akibat gempa bumi atau tekanan tanah. Pembebanan pada struktur bangunan gedung dengan mengacu pada RSNi 1727-2018 [4].

Sistem struktur

Selain sifat material masing-masing elemen penyusun system struktur, pembebanan yang bekerja pada struktur,

tentunya sistem struktur akan mempengaruhi distribusi beban dari mulai lokasi beban sampai akhirnya disalurkan melalui sistem struktur sampai ke pondasi dan tanah di bawahnya. Sistem struktur untuk materi pelatihan dengan mengacu pada peraturan SNI 1726-2019 [5] dan SNI 2847-2019 [6].

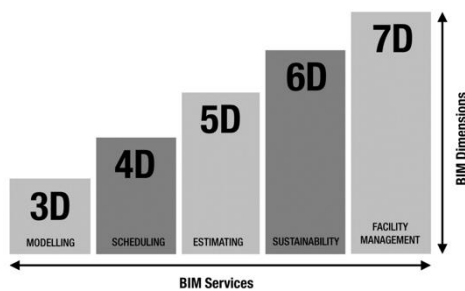
Perangkat lunak

Ada sejumlah besar perangkat lunak analisis struktur yang dapat melakukan perhitungan dengan metode elemen hingga yang akurat tanpa kesulitan harus secara manual mengatur proses yang kompleks [7]. Pada pelatihan ini menggunakan CSi ETABS, perangkat lunak ini bertujuan untuk membantu mempermudah analisis struktur yang meliputi:

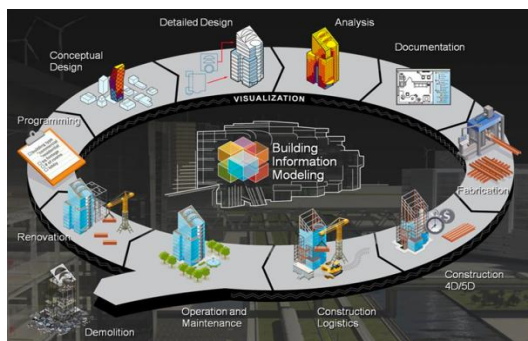
- Pemodelan struktur, material, geometri struktur, pembebanan struktur dan batasan-batasan lain yang ditentukan oleh perencana dengan berpedoman pada peraturan – peraturan yang berlaku.
- Melakukan perhitungan dan analysis gaya-gaya dalam pada elemen-elemen struktur akibat beban dan kombinasi beban yang bekerja.
- Membantu pengecekan kekuatan elemen pada tahapan design.

2. Pelatihan BIM

Perangkat lunak yang digunakan untuk peningkatan kemampuan pada BIM adalah CSi Details. Perangkat lunak CSi Details ini dapat dikolaborasi dengan perangkat lunak untuk analisis struktur yang digunakan yaitu CSi ETABS. Berdasarkan tahapan BIM dimulai dari 3D sampai dengan 7D. Fase tahapan implementasi BIM diperlihatkan pada Gambar 1. Untuk materi permulaan, maka peserta dibekali dengan kemampuan *modelling* dan *estimating* (3D dan 4D). Analisis struktur biasanya menjadi bagian tahapan *modelling* dan ini dapat dimasukkan pada fase 3D. dari hasil analisis struktur selanjutnya tahapan pelatihan dilanjutkan dengan perhitungan volume pekerjaan dan material yang digunakan yang dimasukkan pada fase 4D.



Gambar 1. Tahapan implementasi BIM [1]



Gambar 2. Skema penerapan BIM pada konstruksi [1]

Gambaran skema pembelajaran dan penerapan BIM pada dunia konstruksi sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2. Pelatihan ini memberikan gambaran peningkatan sumber daya manusia bidang konstruksi dengan menguasai fase 3D dan 4D dari fase implementasi BIM, hal ini sesuai dengan target pencapaian yang disusun dalam Roadmap Digitalisasi Konstruksi Kementerian PUPR tahun 2017 – 2024.

3. Peserta Pelatihan

Peserta pelatihan analisis struktur dan BIM ditargetkan adalah *stakeholder* yang bergerak dibidang konstruksi yang merupakan alumni Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe. Peserta yang diikutsertakan adalah peserta yang telah mempunyai dasar terhadap analisis struktur. Jumlah peserta pelatihan sebanyak 6 orang dari yang ditargetkan semula sebanyak 10 orang.

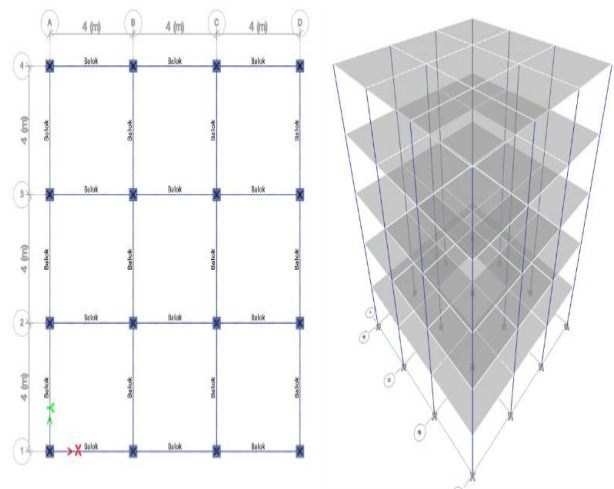
4. Waktu dan Lokasi Pelatihan

Waktu pelatihan analisis struktur dan BIM selama satu hari penuh. Pelaksanaan pelatihan dilaksanakan selama 8 jam perhari dimulai dari pukul 8.00 – 17.00 WIB, yang dibagi dalam 2 session. Pelatihan dilaksanakan pada tanggal 23 September 2020 yang berlokasi di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.

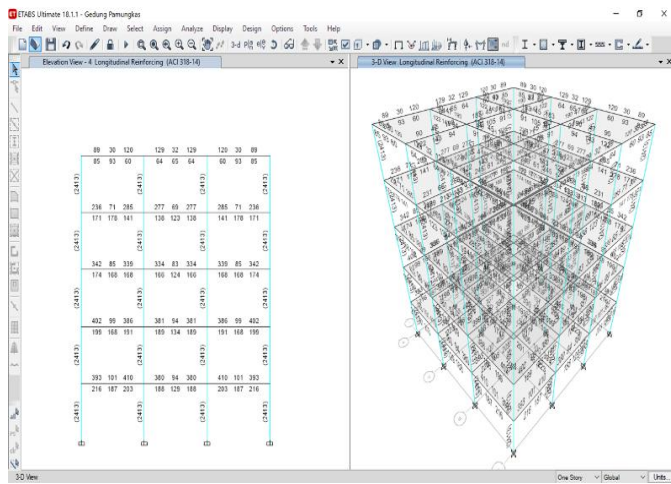
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Analisis Struktur

Bagian ini menampilkan hasil dari analisis model struktur sederhana pada pelatihan yang dilakukan. Struktur bangunan dimodelkan sebagai bangunan sederhana beraturan yang bertujuan untuk memudahkan peserta agar dapat membuat model geometri dalam waktu yang tidak terlalu lama dan tidak rumit. Struktur bangunan tipikal terdiri dari 5 lantai yaitu: lantai dasar, lantai-1 s.d lantai-5 (atap). Lebar dan lebar bangunan masing – masing berukuran 12 m, tinggi lantai 1 sebesar 4 m dan tinggi lantai di atasnya adalah sama yaitu 3,7 m, tinggi keseluruhan bangunan sebesar 18,8 m. Gambar denah dan 3D struktur bangunan diperlihatkan pada Gambar 3. Hasil *running* perangkat lunak CSi ETABS dengan memperlihatkan luasan tulangan yang dibutuhkan oleh elemen kolom dan balok diperlihatkan pada Gambar 4.

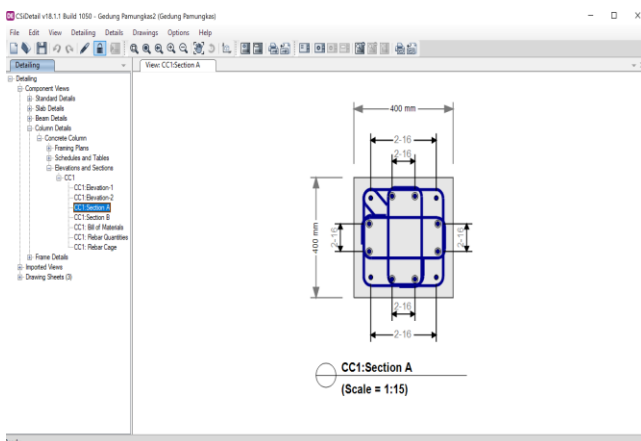


Gambar 3. Denah dan tampak 3D struktur bangunan

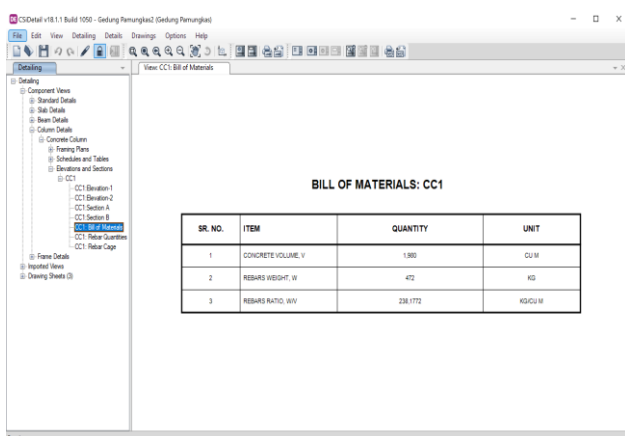


Gambar 4. Hasil running software ETABS luas kebutuhan penulangan struktur

Selain pendetailan penulangan seperti tulangan balok, kolom dan slab sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 5, juga dapat diperoleh informasi yang lengkap untuk perhitungan volume material pada elemen – elemen struktur yang dianalisis, ini memberikan informasi yang akurat untuk keperluan penyusunan RAB. Hasil perhitungan volume material pada elemen yang ditinjau sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.



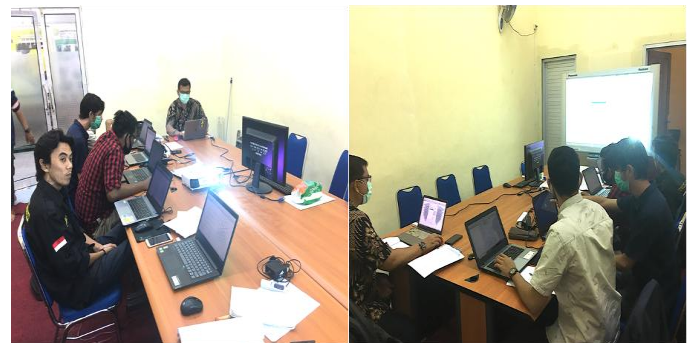
Gambar 5. Gambar output detail penulangan dari aplikasi CSi Details



Gambar 6. Hasil perhitungan volume material dari aplikasi Csi Details

2. Evaluasi Hasil Pelatihan

Berdasarkan hasil evaluasi awal terhadap peserta mengenai keahlian dalam analisis struktur dengan menggunakan aplikasi CSi ETABS dan Details, secara umum peserta tidak pernah menggunakan sama sekali aplikasi tersebut. Sehingga dapat dipastikan keahlian dasar peserta pelatihan adalah pada taraf dasar sekali. Setelah melakukan pelatihan dengan materi diantaranya: pemodelan struktur, pembebanan, kombinasi pembebanan, running aplikasi dan kontrol, serta pendetailan penulangan, peserta sudah mampu memahami dan menggunakan aplikasi pada taraf dasar sampai menengah. Selama pelatihan dilaksanakan, beberapa kendala yang dihadapi oleh peserta diantaranya kinerja laptop yang masih dibawah standar yang digunakan oleh peserta sehingga menyebabkan proses *running* sedikit lebih lama, serta waktu pelatihan yang sangat singkat akibat pandemi Covid-19. Oleh sebab itu, keberlanjutan kegiatan ini sangat diharapkan oleh peserta untuk dapat terus melakukan peningkatan kemampuan peserta menjadi lebih baik. Keahlian analisis struktur dan BIM ini merupakan keahlian yang saat dibutuhkan dan menjadi sebuah kemampuan yang dapat diandalkan dan menjadi sebuah indikator kualitas SDM dibidang konstruksi bangunan gedung khususnya dalam industri dunia kerja dan usaha (IDUKA). Dokumentasi pelaksanaan kegiatan pelatihan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Dokumentasi pelaksanaan kegiatan pelatihan

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pelaksanaan kegiatan pelatihan Analisis Struktur dan BIM Konstruksi Bangunan Gedung untuk Alumni Jurusan Teknik Sipil PN diantaranya sebagai berikut:

1. Peserta secara umum pada tahap awal pelatihan belum mempunyai keahlian dasar dalam analisis struktur dan BIM dengan menggunakan aplikasi CSi ETABS dan CSi Details, kemampuan peserta meningkat setelah pelatihan pada taraf dasar sampai menengah.
2. Peserta merasakan manfaat yang sangat besar atas pelatihan ini, terutama pelatihan BIM yang masih baru bagi peserta dan sangat menunjang untuk pekerjaan pada bidang konstruksi gedung.

REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik, “Konstruksi Dalam Angka 2019,” Indonesia, 2019.
- [2] T. Citradi, “Empat Sektor Penopang PDB Loyo, Ekonomi RI Q3 Mentok 5,02%,” CNBC Indonesia, 2019.

- [3] Ardiansyah and S. Triono, "Perguruan tinggi diharapkan berikan solusi tantangan industri konstruksi - ANTARA News Lampung," Antara Lampung, 2019. [Online]. Available: <https://lampung.antaranews.com/berita/321806/perguruan-tinggi-diharapkan-berikan-solusi-tantangan-industri-konstruksi>. [Accessed: 30-Jun-2020].
- [4] Badan Standardisasi Nasional, "RSNI2 1727-2018 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain," Jakarta, 2018.
- [5] S. 1726:2012, "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung," Badan Stand. Nas. Indones., no. 8, p. 254, 2019.
- [6] S. 03-2847-2013, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," Bandung Badan Stand. Indones., pp. 1–265, 2013.
- [7] B. A. Siswanto and M. A. Salim, "Kriteria dasar perencanaan struktur bangunan tahan gempa," J. Tek. Sipil, vol. 11, 2018.