

Training Keterampilan Desain dan Analisis Struktur Gedung Bertingkat Dengan SAP 2000 Kepada Siswa SMK N 1 Adiwerna

Nisa Luthfiana¹, M. Nadhorudin Fatah²

^{1,2} Universitas Bima Sakapenta, Indonesia

Received : 28 November 2025, Revised : 2 Desember 2025, Published : 9 Desember 2025

Corresponding Author

Nama Penulis: Nisa Luthfiana

E-mail: luthfiananisa30@gmail.com

Abstrak

Pada era digitalisasi ini, didalam industri konstruksi mengharuskan penyelesaian pekerjaan dengan menggunakan komputer. Salah satunya dalam hal perancangan dan perencanaan struktur. Dimana perangkat lunak yang digunakan adalah SAP 2000, yang berfungsi untuk merancang dan menganalisis struktur bangunan. Untuk menghadapi era konstruksi digital, maka kemampuan tersebut harus dimiliki semua individu yang berkecimpung didalamnya agar tidak tertinggal dalam kemajuan teknologi. Dengan kesadaran akan pentingnya kemampuan menganalisis struktur bangunan dengan program SAP 2000. Penulis ingin belajar bersama – sama dalam praktik pemodelan struktur bangunan hingga menghasilkan sebuah analisis. Kegiatan ini menggunakan metode pre – test dengan mensurvey keterampilan yang sudah dikuasai dan metode post – test dengan melakukan test setelah adanya kegiatan training SAP 2000. Tujuan dari kegiatan ini supaya para siswa tidak kaget ketika mulai memasuki dunia pekerjaan dalam industri konstruksi. Hasil dari kegiatan ini bahwa 80% peserta training dapat melakukan pemodelan hingga analisis struktur. Hal ini sangat bermanfaat, apalagi menyadari bahwa banyak terjadi kegagalan struktur sehingga diperlukan untuk mengevaluasi dengan perangkat lunak tersebut.

Kata kunci – struktur, building, SAP 2000, design, analisis

Abstract

In this digital era, the construction industry requires the use of computers for work. One example is structural design and planning. The software used is SAP 2000, which is used to design and analyze building structures. To face the digital construction era, all individuals involved in the industry must possess these skills to keep up with technological advancements. Aware of the importance of analyzing building structures using SAP 2000, the authors wanted to learn together in the practice of modeling building structures to produce an analysis. This activity used a pre – test method which surveyed mastered skills and a post – test method which administered a test after the SAP 2000 training activity. The goal of this activity was to ensure that students were not surprised when they entered the world of work in the construction industry. The results of this activity showed that 80% of training participants were able to perform modelling and structural analysis. This is very useful, especially considering the frequent occurrence of structural failures, which necessitate evaluation using this software.

Keywords – structure, building, SAP 2000, design, analysis

How to Cite : Luthfiana, N., & Fatah, M. N. (2025). Training Keterampilan Desain dan Analisis Struktur Gedung Bertingkat Dengan SAP 2000 Kepada Siswa SMK N 1 Adiwerna. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka*, 4(2), 2509 - 2516. <https://doi.org/10.58266/jpmb.v4i2.834>

Copyright ©2025 Nisa Luthfiana, M. Nadhorudin Fatah

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi yang berkelanjutan, mengharuskan perencana konstruksi untuk terus mengikuti inovasi teknologi dalam penyelesaian proyek infrastruktur ataupun gedung (Rahmi et al., 2022). Perkembangan tersebut juga akan mempengaruhi dunia industri konstruksi merupakan sebuah wadah pekerjaan yang terus berkembang serta memiliki tantangan dan peluang dalam dunia pembangunan (Sulistianingrum et al., 2023). Pengasahan keterampilan dalam bidang teknik bangunan adalah poin terpenting yang harus dipersiapkan oleh para siswa agar siap menghadapi tantangan dan pembaharuan (Pohan & Rambe, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk memberi pemahaman serta keterampilan yang relevan dengan dunia Industri Konstruksi tentang desain dan analisis struktur bangunan gedung bertingkat sederhana melalui praktik yang dimulai dari dasar penggunaan perangkat lunak SAP 2000 (Crista et al., 2022).

SAP 2000 (Structural Analysis Program) merupakan salah satu program analisis struktur yang lengkap dan mudah dioperasikan (S. Fansuri, Anita Intan N.D, 2023). Prinsipnya adalah pemodelan struktur, eksekusi analisis dan optimasi desain (Standar Nasional Indonesia, 2020). Optimasi desain struktur dalam bidang teknik sipil bertujuan untuk mencapai efisiensi penggunaan sumber daya tanpa mengurangi fungsi dan keamanan struktur (Anjani et al., 2025). Tahap-tahap tersebut dilakukan dalam dua tampilan, yaitu tampilan 3D dan tampilan tampak. Tampilan berupa model real time yang memudahkan pengguna pada pemodelan struktur dalam waktu singkat dan hasil yang tepat (Megasari et al., 2024). SAP2000 dapat mempermudah perhitungan struktur beton karena dilengkapi dengan fitur dan modul yang terintegrasi lengkap untuk desain struktur baja dan struktur beton bertulang. Dengan demikian, aplikasi ini memudahkan pengguna untuk membuat, menganalisis dan memodifikasi model struktur yang direncanakan menggunakan user interface yang sama. SAP2000 juga merupakan salah satu perangkat lunak yang berguna dalam meningkatkan penerapan ilmu teknik sipil, khususnya bidang struktur adalah memanfaatkan perangkat lunak struktur (Dwi Handayani et al., 2023).

Industri konstruksi juga sebagai wadah usaha jasa konstruksi yang terus mengalami perkembangan yang pesat. Hal ini terbukti dari total rencana anggaran biaya yang semakin meningkat dari tahun ke tahun (Ramdhani & Zaki, Ahmad, 2017). Pesatnya perkembangan dalam dunia industri konstruksi, juga membutuhkan banyak tenaga – tenaga yang terampil. Sehingga mengakibatkan adanya persaingan didalam perkembangan tersebut. Hal ini juga berdampak pada kerumitan teknologi yang digunakan dan semakin kompleksnya keberlangsungan industri konstruksi dengan kemajuan teknologi (Imaduddin et al., 2024).

Dalam upaya menjaga mutu pendidikan terhadap pengaruh perkembangan dan inovasi teknologi informasi yang terdapat pada kurikulum SMKN 1 Adiwerna, maka perlu adanya pengenalan program SAP 2000 untuk menunjang mata pelajaran statika dan struktur bangunan (Irsadi, 2021). Berdasarkan daftar nama program studi di SMKN 1 Adiwerna, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah, yaitu Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan yang merupakan salah satu program studi dengan konsentrasi teknik bangunan gedung (Suasira et al., 2025). Melalui kegiatan training ini diharapkan dapat membekali peserta dengan keterampilan dalam desain dan analisis struktur bangunan gedung bertingkat. Semakin kompeten setiap individu yang terlibat didalam sebuah industri konstruksi, maka akan semakin banyak inovasi dan teknologi yang akan bisa dikembangkan (Asyifa et al., 2024).

Oleh karena itu, hal inilah yang menjadi dasar tim pelaksana pengabdian kepada masyarakat dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Bima Sakapenta Kota Tegal, Jawa Tengah dalam menyelesaikan tugas tri dharma perguruan tinggi dengan tujuan untuk meningkatkan keterampilan para siswa SMK N 1 Adiwerna, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah sebagai bentuk persiapan sebelum terjun ke dalam dunia industri konstruksi. Sehingga tim pelaksana pengabdian kepada masyarakat dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Bima Sakapenta memberikan solusi dengan mengadakan training SAP 2000 sebagai kegiatan pelatihan pemodelan hingga analisis struktur bangunan. Dengan harapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik dan ilmu yang diberikan selama training dapat berguna bagi siswa SMK N 1 Adiwerna, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui beberapa tahapan. Dimulai dari survey tentang penguasaan perangkat lunak SAP 2000, membuat hasil survey yang dituangkan kedalam proposal kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat, penyiapan materi yang akan dipaparkan, modul/bahan ajar, pre – test, post – test, presensi peserta training, jadwal kegiatan kegiatan

Pengabdian Kepada Masyarakat. Pembagian tugas dalam tim pelaksana kegiatan ini dilakukan oleh ketua, sementara peserta mengisi daftar hadir peserta training SAP 2000 dan menyiapkan diri untuk pre – test serta post – test, selanjutnya pelaksana membuat kesimpulan untuk pre – test dan post – test yang diselesaikan para peserta. Kriteria hasil pre – test dan post test dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini. Kemudian tahapan yang terakhir adalah pemodelan dengan memulai pengenalan dasar perangkat lunak SAP 2000 dan dilanjutkan dengan sesi tanya jawab.

Tabel 1. Kriteria Hasil Pre – Test dan Post – Test

Tingkat Pencapaian (%)	Kriteria
60% - 100%	Baik
0% - 59%	Kurang

Metode yang digunakan dalam kegiatan training ini diantaranya yaitu :

a. Presentasi materi

Sebelum memulai pemodelan, dilakukan terlebih dahulu pemahaman terhadap karakteristik fisik dan mekanik bahan bangunan yang akan digunakan, seperti beton dan baja. Kemudian dilanjutkan dengan menjelaskan template pemodelan seperti fungsi tools dan fungsi analisis lainnya dalam perangkat lunak SAP 2000.

b. Tutorial dan Praktik

Pemateri memberikan praktik langsung melalui tutorial untuk pemodelan yang dilaksanakan secara serentak oleh para peserta. Dimana memang dimulai dari dasar penggunaan perangkat lunak SAP 2000 hingga peserta dapat memunculkan hasil analisa dari setiap pemodelan yang dibuat. Jika para peserta mengalami kendala, maka akan dibantu langsung oleh pemateri. Hal ini berguna supaya para peserta dapat mempraktikkan langsung tutorial pemodelan yang disampaikan oleh pemateri.

c. Modul

Modul disusun sebagai pedoman dan bahan ajar bagi peserta dalam training SAP 2000.

d. Tanya Jawab

Dari pemaparan materi persiapan hingga semoga melakukan praktik modelling. Pemateri lebih leluasa dalam menAgadakan sesi tanya jawab. Tujuan agar meningkatkan rasa keingintahuan dari materi yang sedang diajarkan kemudian direpresentasikan sebagai bentuk komunikasi.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini mempunyai standard dalam pencapaian keberhasilan training ini. Diantaranya yaitu para peserta mampu memahami template pemodelan yang digunakan, hingga dapat memodelkan hingga output hasil analisa yang nantinya digunakan sebagai dasar dalam membuat dan menghasilkan gambar kerja (Yulia et al., 2025). Indikator lain yang digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan yaitu tingkat pemahaman peserta dalam mengetahui fungsi tools melalui input material, run analysis hingga dapat membaca hasil analisis tersebut (Pertiwi, 2016).

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini melalui Training SAP 2000 dilaksanakan pada tanggal 15 Oktober 2025 yang bertempat di Ruang Laboratorium Komputer SMKN 1 Adiwerna, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah pada pukul 08.00 WIB hingga 15.00 WIB. Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan secara luring (offline) dengan bertatap muka antar pemateri dengan peserta yang berjumlah 20 orang dan masing – masing peserta membawa laptop. Dari hasil training SAP 2000 sebagai tim pelaksana kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat melakukan evaluasi dan laporan kegiatan ini serta dilanjutkan dengan luaran berupa publikasi jurnal nasional bersinta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat melalui training SAP 2000 dapat berfungsi sebagai bekal peserta atau para siswa sebelum memasuki dunia industri konstruksi. Kegiatan ini dimulai oleh sambutan ketua seperti pada gambar 1 dibawah ini.



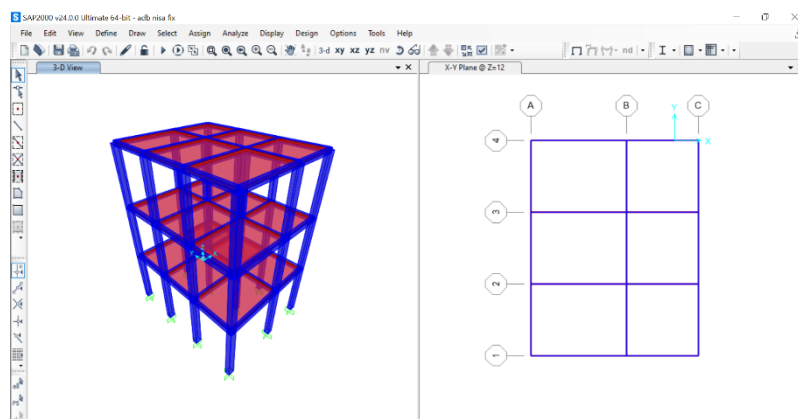
Gambar 1. Sambutan Ketua Kegiatan

Kemudian kegiatan dilanjutkan dengan foto bersama dengan semua peserta training seperti gambar 3 dibawah ini.



Gambar 2. Foto Bersama Peserta Training

Kemampuan dalam menguasai perangkat lunak analisis struktur SAP 2000 merupakan dasar dalam perencanaan dan perancangan dan juga sebagai dasar dalam pembuatan gambar kerja. Dimana ketika menganalisis sebuah struktur bangunan siswa dapat mengambil keputusan untuk mendesain sebuah bangunan yang kokoh dan hemat (Pradya Arhain Darlestio, 2025). Perencanaan dan perancangan juga harus sesuai dengan standarisasi yang sudah ditentukan terhadap penilaian kelayakan hingga pengkajian ulang (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Kegiatan training ini selalu menggunakan Peraturan Standardisasi Nasional Indonesia Nomor 2847 : 2019 dan 1727 : 2020. Didalam training ini kami lebih memprioritaskan dan mengasah keterampilan para peserta, dengan dimulai dari membaca modul yang kemudian dilanjutkan dengan pemodelan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan 3D Frame

Dari pemodelan yang dibuat, mulai dari mengidentifikasi material yang digunakan kemudian memasukkan sifat mekanis dari setiap material seperti poisson ratio, modulus elastisitas, berat jenis, tegangan leleh, dan tegangan ultimate (Hilirisasi et al., 2021). Hal terpenting dalam pemodelan adalah pemilihan template yang merupakan setelan bahwa bangunan apa yang akan dirancang. Pada Training SAP 2000 ini menggunakan template 3D Frame. Dimana bangunan masih merupakan bangunan sederhana 2 lantai dengan atap dak beton.

Kegiatan training ini berjalan dengan baik dan lancar serta mendapatkan antusiasme yang sangat baik dari pihak SMKN 1 Adiwerna. Dimana setelah selesai acara training ini, akan diadakan kerjasama antara SMKN 1 Adiwerna dan Universitas Bima Sakapenta. Kelancaran dan keberhasilan kegiatan ini didukung oleh fasilitas yang diberikan kepada kami. Melalui ruang laboratorium komputer sebagai wadah sehingga peserta dapat hadir tepat waktu dan nyaman dalam menyelesaikan kegiatan ini.

Berdasarkan evaluasi keberhasilan peserta dalam pre – test menunjukkan bahwa hanya 10 peserta (50%) yang mampu kemampuan awal dalam pemodelan dengan perangkat lunak SAP 2000. Sedangkan 10 peserta (50%) lainnya masih belum mampu memahami cara kerja, template dan fungsi tools dari perangkat lunak SAP 2000. Sehingga dari training ini menyebutkan bahwa hanya sebagian peserta saja yang bisa memodelkan dengan SAP 2000. Pre – test yang diberikan kepada para peserta untuk mengetahui tingkat pemahaman untuk tahap awal dalam mendesain struktur.

Dari hasil training SAP 2000 terlihat bahwa ada 10 peserta yang masih belum mampu dalam mengoperasikan SAP 2000. Hal ini dikarenakan adanya beberapa peserta yang mengalami human error disaat pemodelan sehingga pada saat run analysis tidak bisa memunculkan hasil. Selain itu ada beberapa peserta yang salah dalam mengidentifikasi material hingga elemen struktur yang digunakan, sehingga pemateri langsung memberi arahan terhadap peserta yang mengalami kebingungan dalam pemodelan seperti gambar 4 dan gambar 5 dibawah ini.

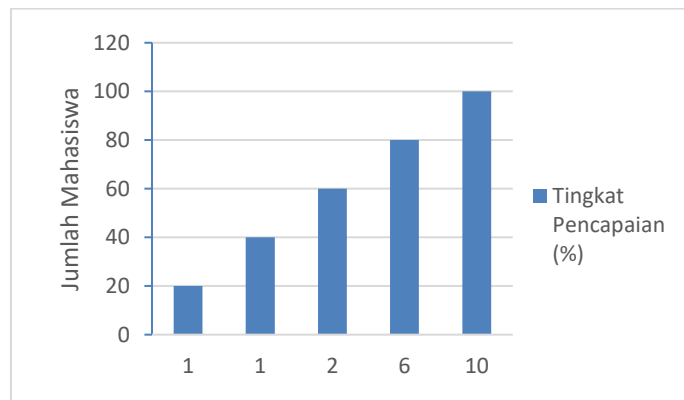


Gambar 4. Pemberian Arahan Training untuk Peserta



Gambar 5. Menjelaskan Cara Mengidentifikasi Material

Kemudian setelah menyelesaikan pemodelan SAP 2000, kami mengadakan post – test untuk mengetahui tingkat pemahaman dari setiap peserta training SAP 2000. Sehingga terdapat grafik nilai post – test dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Nilai Post Test

Dari hasil pre – test berkaitan dengan langkah awal sebelum dimulainya acara pemodelan, menunjukkan bahwa ada 10 peserta (50%) yang sudah memahami konsep bekerja perangkat lunak SAP 2000. Kemudian ada 10 peserta (50%) yang belum mampu memahami konsep template pemodelan hingga fungsi template.

Dari hasil post – test terdapat evaluasi tingkat pemahaman yang menunjukkan bahwa ada 10 peserta (100%) telah mampu menganalisis struktur dengan SAP 2000 dan ada 6 peserta (80%). Kemudian beberapa peserta yang memiliki kesulitan dalam pemodelan ada 2 peserta (60%). Hal ini disebabkan adanya kemampuan dan keterampilan yang kurang diasah sehingga menyebabkan ketidakterampilan dalam memodelkan struktur bangunan hingga analisis. Kemudian ada 1 peserta (20%) yang mengalami human error, dalam artian peserta sudah menyelesaikan pemodelan akan tetapi ketika dianalisis hasilnya tidak keluar. Hal ini disebabkan masih adanya kesalahan dalam pemodelan. Peserta dengan tingkat pemahaman 20% dengan jumlah 1 peserta dikarenakan adanya kerusakan instalasi perangkat lunak. Sehingga pemodelan tidak bisa dilanjutkan.

Oleh karena itu, training ini dapat dikatakan berhasil dalam memberi pemahaman akan pentingnya analisa struktur didalam perencanaan dan perancangan dalam struktur bangunan. Dimana hasil analisis dari perangkat lunak SAP 2000 dapat digunakan sebagai acuan dalam merancang gambar kerja (S. Fansuri, Anita Intan N.D, 2023). Akan tetapi, training SAP 2000 ini tidak berhenti sampai acara selesai. Harapan kami para peserta khususnya yang kurang terampil dalam pemodelan struktur bangunan supaya lebih rajin dalam meningkatkan keterampilan dalam pemodelan struktur hingga analisis menggunakan perangkat lunak 2000.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil training terdiri dari hasil pre – test dan post test. Oleh karena itu dari hasil pre – test menyebutkan hanya ada sedikit peserta yang tidak dapat menyelesaikan pemodelan karena kurang terampilnya peserta dalam memodelkan, kemudian terjadinya human error sehingga perlu dipersiapkan betul sebelum kegiatan training berjalan. Sedangkan dari hasil post – test menyebutkan mayoritas peserta dapat memodelkan hingga menganalisis struktur bangunan dengan perangkat lunak SAP2000. Kemudian untuk hasil post – test menunjukkan adanya penambahan keterampilan dalam menggunakan itudiperoleh kesimpulan bahwa terdapat adanya tingkat kemampuan dan keterampilan selama pemodelan bangunan dengan SAP 2000. Dapat dilihat dari perbandingan hasil pre – test dan post – test yang menunjukkan bahwa terjadi kenaikan dalam pemahaman dalam penggunaan perangkat lunak SAP 2000 dari 50% naik menjadi 80%. Jadi ada perubahan yaitu dari kurang menjadi lebih baik. Selain itu, juga ada faktor – faktor yang mendukung dalam kegiatan training 2000 yaitu minat dan antusiasme peserta yang tinggi untuk menyelesaikan training SAP 2000 serta pemahaman – pemahaman konsep penggunaan perangkat lunak SAP 2000 melalui modul berisi tutorial yang sudah dibagikan (Muhamad et al., 2023).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak SMKN 1 Adiwerna yang telah menyambut kegiatan Training SAP 2000 dalam Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Bima Sakapenta sehingga kegiatan ini berjalan dengan lancar. Terimakasih juga kepada para rekan dosen Universitas Bima Sakapenta sebagai pemateri dalam kegiatan ini. Sehingga tujuan yang kami harapkan dapat tersampaikan untuk mempersiapkan generasi muda dalam menghadapi Era Konstruksi Digital. Serta tidak lupa kami mengucapkan terimakasih kepada Ketua LPPM yang mendukung berjalannya Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini. Mudah – mudahan segala kegiatan yang kami lakukan menjadi amal ibadah jariah dan mendapat ridho dari Allah SWT.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, E. A., Irawan, D., Aditya, C., & Halim, A. (2025). *Optimasi Struktur Bangunan Bertingkat Lima Dengan SAP2000 (Studi Kasus Rumah Sakit Sosodoro DjatiKoesoemo Bojonegoro)*. 4(2), 101–109.
- Asyifa, C. N., Idris, Y., Amalia, Z., & Darma, Y. (2024). *Pelatihan dan Sosialisasi Penggunaan Aplikasi Perhitungan Struktur Gedung (SAP2000)*. 02(02), 149–158.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Sni 2847-2019, 8, 720.
- Crista, N. H., Widorini, T., & Purnijanto, B. (2022). *Pelatihan Sap 2000 V14 Untuk Konsultan Perencanaan Dan Mahasiswa Teknik Sipil Upgris Dan Unisnu*. *Bangun Rekaprima*, 8(1), 91. <https://doi.org/10.32497/bangunrekaprima.v8i1.3552>
- Dwi Handayani, K., Andang Widjaya, Ninik Wahyu Hidajati, & Yogie Risdianto. (2023). *Pelatihan Perhitungan Struktur Sap2000 Untuk Menunjang Mata Pelajaran Statika Bagi Guru Mgmp Kota Mojokerto Dan Sekitarnya*. *Jurnal Penamas Adi Buana*, 7(01), 36–49. <https://doi.org/10.36456/penamas.vol7.no01.a7223>
- Hilirisasi, J., Pengabdian, T., Pangesti, R. D., Isnubroto, D., Praharseno, F., & Mahbub, J. (2021). *Peningkatan Keahlian Program Software SAP2000*. 2(2), 93–99.
- Imaduddin, M., Sabariman, B., Aritonang, N., Wardhono, A., & Rahmadyanti, E. (2024). *Pelatihan Aplikasi SAP2000 Untuk Meningkatkan Kemampuan Dalam Penyelesaian Problem Mekanika Teknik Bagi Siswa SMKN 2 Surabaya*. *Semeru: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(02), 127–136. <https://doi.org/10.55499/semeru.v1i02.1160>
- Irsadi, R. S. (2021). *Pelatihan Desain dan Pemodelan Bangunan Rumah 2 Lantai Menggunakan Program SAP 2000 di Jurusan Desain Pemodelan Informasi Bangunan (DPIB) SMK PGRI 1 Gresik*. *Rezki.setya@umg.ac.id*. 117–125.
- Megasari, S. W., Zainuri, Z., & Lubis, F. (2024). *Pelatihan Peningkatan Kompetensi Siswa SMK Taruna dalam Perancangan Struktur Bangunan Menggunakan Program SAP2000*. *FLEKSIBEL: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 198–208.
- Muhamad, F., Ramadhan, M., Bagaskoro, T., Nurdiana, A., & Setiabudi, B. (2023). *Jurnal Sipil dan Arsitektur Penerapan software SAP 2000 pada re-design struktur gedung terpadu psikologi olahraga Universitas Negeri Surabaya*. 1(2), 23–35.
- Pertiwi, N. (2016). *Penerapan Aplikasi SAP2000 Pada Mata Kuliah Struktur Beton Gedung Melalui Metode Pelatihan Pada Mahasiswa PTSP FT UNM*. 3(2), 152–157.
- Pohan, R. F., & Rambe, M. R. (2023). *Workshop Penerapan SAP2000 Untuk Konsultan Perencana Di Kabupaten Padang Lawas Utara*. *Fordicate*, 2(2), 86–92. <https://doi.org/10.35957/fordicate.v2i2.3835>
- Pradya Arhain Darlestio. (2025). *Penerapan Software Analisis Struktur Untuk Membantu Pemahaman Dalam Mempelajari Mata Kuliah Mekanika Teknik DI S1 Pendidikan Teknik Bangunan*. 3(5), 1–6.
- Rahmi, Y., Rahman, A., & Satria, A. (2022). *Civil Study Club: Pelatihan Software SAP2000 pada Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*. 1(2), 45–49.
- Ramdhani, F., & Zaki, Ahmad, H. (2017). *Pelatihan Penggunaan Software Structural Analysis Program (SAP) Pada Struktur Bangunan Gedung Di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Dumai*. 1(1).
- S. Fansuri, Anita Intan N.D, D. D. (2023). *Peningkatan Kualitas SDM dalam Dunia Konstruksi yang Tertuang pada Aplikasi SAP 2000*. *Abdiraja*, 6(1), 21–26.
- Standar Nasional Indonesia. (2020). *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan*

gedung dan struktur lain.

- Suasira, I. W., Sutapa, I. K., Putu, N., Yuliadewi, A., & Sukarata, P. G. (2025). *SAP2000 Training in the Planning of Earthquake-Resistant Reinforced Concrete and Steel Buildings Construction. 2025.*
- Sulistianingrum, M., Murtinugraha, E., & Daryati. (2023). Tantangan dan Peluang di Industri Konstruksi melalui Pendidikan Teknik Bangunan. *Prosiding Seminar Pendidikan Kejuruan Dan Teknik Sipil, 1*, 56–63.
- Yulia, A. C., Arbianto, R., Kurniawan, K., Sungkono, D., Susila, H., Nursetyo, G., Salam, M. A., Hamdany, S., Tunas, U., Surakarta, P., Pacalan, D., Magetan, K., Guna, G. S., Baja, S., & Bertulang, S. B. (2025). *Perencanaan Struktur Gedung Olah Raga dan Gedung Serba Guna Desa Pacalan. 5(2)*, 755–761.