

GAMBARAN MATA KULIAH

Thermodynamics mengintegrasikan prinsip ilmiah, perhitungan, analisis bukti, dan evaluasi asumsi untuk menjelaskan fenomena secara bertanggung jawab.

CAPAIAN PEMBELAJARAN

- CLO-1 (Understand): Menjelaskan konsep, notasi, dan asumsi inti secara akurat.
- CLO-2 (Apply): Menerapkan metode yang tepat pada soal atau kasus terstruktur.
- CLO-3 (Analyze): Menganalisis hasil, batasan, dan kesalahan umum secara berbasis bukti.
- CLO-4 (Evaluate): Mengevaluasi kualitas solusi menggunakan kriteria disiplin yang relevan.
- CLO-5 (Create): Menyusun artefak atau rekomendasi yang terdokumentasi dengan baik.

PRASYARAT

Matematika dan sains SMA yang relevan; cek ketentuan kampus masing-masing.

RENCANA PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Konsep dasar dan keselamatan

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Konsep dasar dan keselamatan serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Konsep dasar dan keselamatan.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Konsep dasar dan keselamatan membuka rangkaian belajar untuk membangun kerangka berpikir dan kosakata disiplin yang tepat. Melalui analisis contoh pembandingan, penelusuran istilah, dan diskusi terarah, peserta berlatih membedakan ruang lingkup, asumsi, dan representasi masalah dan menunjukkan penguasaan dengan menjelaskan posisi konsep dalam peta mata kuliah.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Konsep dasar dan keselamatan, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 2: Satuan, pengukuran, dan analisis data

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Satuan, pengukuran, dan analisis data serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Satuan, pengukuran, dan analisis data.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Pembahasan Satuan, pengukuran, dan analisis data diarahkan untuk menilai kualitas informasi sebelum menarik kesimpulan. Peserta akan mengorganisasi data, memilih ukuran atau model yang relevan, dan mengomunikasikan ketidakpastian menggunakan studi data kecil, perhitungan transparan, dan kritik terhadap interpretasi yang keliru, kemudian mendokumentasikan hasil melalui kemampuan menyusun kesimpulan berbasis data beserta batasannya.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Satuan, pengukuran, dan analisis data, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 3: Prinsip dan hukum utama

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Prinsip dan hukum utama serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Prinsip dan hukum utama.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Sesi Prinsip dan hukum utama memperkuat kemampuan peserta dalam menghubungkan prinsip ilmiah, asumsi model, dan fenomena yang dapat diamati. Aktivitas demonstrasi konseptual, perhitungan berbasis skenario, dan interpretasi hasil eksperimen digunakan untuk melatih cara menetapkan besaran, satuan, kondisi batas, serta hubungan sebab-akibat, dengan capaian terukur berupa kemampuan menjelaskan apakah model selaras dengan kondisi fisik yang diberikan.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Prinsip dan hukum utama, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 4: Representasi matematis

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Representasi matematis serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Representasi matematis.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Melalui topik Representasi matematis, peserta menelaah prinsip yang diperlukan untuk membangun akurasi komunikasi pada konteks yang sesuai dengan level peserta. Proses belajar memadukan listening drill, guided speaking, pembacaan terukur, serta umpan balik pengucapan atau tulisan agar peserta dapat menghubungkan bunyi, makna, hanzi, pola kalimat, dan strategi pemahaman dan membuktikannya dengan menghasilkan respons lisan atau tertulis yang dapat dipahami dalam situasi nyata.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Representasi matematis, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 5: Pemecahan masalah dasar

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Pemecahan masalah dasar serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Pemecahan masalah dasar.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Pemecahan masalah dasar dipelajari sebagai tahapan penting untuk mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan menerapkannya secara bertanggung jawab. Peserta mengembangkan ketelitian saat menghubungkan konsep dengan kasus, bukti, dan batasan yang relevan melalui contoh autentik, latihan terstruktur, dan review berbasis kriteria, lalu menghasilkan bukti belajar berupa kemampuan menerapkan konsep pada persoalan baru dengan argumentasi yang jelas.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Pemecahan masalah dasar, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 6: Aplikasi kontekstual

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Aplikasi kontekstual serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Aplikasi kontekstual.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Fokus akademik pada Aplikasi kontekstual adalah mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan menerapkannya secara bertanggung jawab. Dengan menjalani contoh autentik, latihan terstruktur, dan review berbasis kriteria, peserta menguji cara menghubungkan konsep dengan kasus, bukti, dan batasan yang relevan sampai mampu menerapkan konsep pada persoalan baru dengan argumentasi yang jelas secara mandiri.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Aplikasi kontekstual, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 7: Praktik / studi kasus

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Praktik / studi kasus serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Praktik / studi kasus.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Kajian Praktik / studi kasus membantu peserta mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan menerapkannya secara bertanggung jawab. Materi dieksplorasi melalui contoh autentik, latihan terstruktur, dan review berbasis kriteria; praktiknya menuntut peserta menghubungkan konsep dengan kasus, bukti, dan batasan yang relevan dan memperlihatkan hasil lewat kemampuan menerapkan konsep pada persoalan baru dengan argumentasi yang jelas.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Praktik / studi kasus, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 8: Ujian tengah program

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Ujian tengah program serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Ujian tengah program.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Ujian tengah program menjadi ruang latihan untuk mengukur penguasaan kompetensi awal dan menentukan kebutuhan perbaikan. Peserta menerapkan assessment terstruktur, code/solution tracing, dan konferensi umpan balik singkat ketika menyelesaikan tugas integratif serta mendiagnosis kesalahan konsep sendiri, sehingga kualitas pemahaman dapat dilihat dari kemampuannya menyusun rencana remediasi berdasarkan bukti hasil evaluasi.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Ujian tengah program, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 9: Konsep lanjutan I

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Konsep lanjutan I serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Konsep lanjutan I.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Pada topik Konsep lanjutan I, perhatian utama diberikan pada upaya mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan menerapkannya secara bertanggung jawab. Peserta berproses dengan contoh autentik, latihan terstruktur, dan review berbasis kriteria untuk menghubungkan konsep dengan kasus, bukti, dan batasan yang relevan dan menyusun bukti capaian melalui kemampuan menerapkan konsep pada persoalan baru dengan argumentasi yang jelas.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Konsep lanjutan I, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 10: Konsep lanjutan II

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Konsep lanjutan II serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Konsep lanjutan II.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Eksplorasi Konsep lanjutan II menempatkan peserta pada persoalan yang menuntut kemampuan mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan menerapkannya secara bertanggung jawab. Melalui contoh autentik, latihan terstruktur, dan review berbasis kriteria, peserta belajar menghubungkan konsep dengan kasus, bukti, dan batasan yang relevan hingga dapat menerapkan konsep pada persoalan baru dengan argumentasi yang jelas dengan alasan yang dapat diperiksa.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Konsep lanjutan II, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 11: Analisis eksperimen

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Analisis eksperimen serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Analisis eksperimen.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Analisis eksperimen menghubungkan konsep sebelumnya dengan kebutuhan untuk menilai kualitas informasi sebelum menarik kesimpulan. Peserta menggunakan studi data kecil, perhitungan transparan, dan kritik terhadap interpretasi yang keliru saat mengorganisasi data, memilih ukuran atau model yang relevan, dan mengomunikasikan ketidakpastian, lalu mengomunikasikan penguasaannya dengan menyusun kesimpulan berbasis data beserta batasannya.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Analisis eksperimen, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 12: Pemodelan sistem

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Pemodelan sistem serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Pemodelan sistem.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Pendalaman Pemodelan sistem dirancang agar peserta mampu mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan menerapkannya secara bertanggung jawab. Latihan berbasis contoh autentik, latihan terstruktur, dan review berbasis kriteria membentuk keterampilan untuk menghubungkan konsep dengan kasus, bukti, dan batasan yang relevan dan menghasilkan capaian nyata berupa kemampuan menerapkan konsep pada persoalan baru dengan argumentasi yang jelas.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Pemodelan sistem, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 13: Aplikasi industri

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Aplikasi industri serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Aplikasi industri.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Sesi mengenai Aplikasi industri menantang peserta untuk mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan menerapkannya secara bertanggung jawab. Peserta menyelesaikan contoh autentik, latihan terstruktur, dan review berbasis kriteria sambil menghubungkan konsep dengan kasus, bukti, dan batasan yang relevan, dengan keberhasilan dinilai dari kemampuan menerapkan konsep pada persoalan baru dengan argumentasi yang jelas.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Aplikasi industri, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 14: Latihan soal komprehensif

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Latihan soal komprehensif serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Latihan soal komprehensif.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Penerapan Latihan soal komprehensif membangun kesiapan peserta dalam mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan menerapkannya secara bertanggung jawab. Aktivitas belajar menggunakan contoh autentik, latihan terstruktur, dan review berbasis kriteria supaya peserta terampil menghubungkan konsep dengan kasus, bukti, dan batasan yang relevan dan dapat menerapkan konsep pada persoalan baru dengan argumentasi yang jelas berdasarkan kriteria yang jelas.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Latihan soal komprehensif, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 15: Presentasi proyek

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Presentasi proyek serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Presentasi proyek.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Presentasi proyek diolah melalui pendekatan analitis untuk membangun akurasi komunikasi pada konteks yang sesuai dengan level peserta. Peserta mempraktikkan cara menghubungkan bunyi, makna, hanzi, pola kalimat, dan strategi pemahaman dalam listening drill, guided speaking, pembacaan terukur, serta umpan balik pengucapan atau tulisan, kemudian mempertanggungjawabkan hasil dengan menghasilkan respons lisan atau tertulis yang dapat dipahami dalam situasi nyata.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Presentasi proyek, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

Pertemuan 16: Ujian akhir dan refleksi

TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta mampu menjelaskan inti topik Ujian akhir dan refleksi serta menghubungkannya dengan materi sebelum dan sesudahnya.

TOPIK & SUBTOPIK

- Prinsip ilmiah, besaran, dan satuan yang digunakan pada Ujian akhir dan refleksi.
- Hubungan teori dengan fenomena atau eksperimen.
- Analisis data, asumsi, dan keselamatan kerja bila diperlukan.

AKTIVITAS BELAJAR

Rangkaian belajar ditutup melalui Ujian akhir dan refleksi untuk mengintegrasikan kompetensi mata kuliah dalam artefak yang dapat dipertanggungjawabkan. Peserta mengintegrasikan pengalaman milestone project, peer review, demonstrasi, dan refleksi berbasis rubrik, memperlihatkan kematangan saat menyusun solusi, menguji hasil, dan mempertahankan keputusan akademik atau teknis, dan merumuskan hasil akhir dengan menyerahkan hasil akhir beserta dokumentasi, pengujian, dan penjelasan proses.

- Pembahasan contoh terarah dan latihan mandiri dengan tingkat kesulitan bertahap.

OUTPUT YANG DIHARAPKAN

Peserta dapat merangkum konsep Ujian akhir dan refleksi, menyelesaikan latihan inti, dan mengidentifikasi kesalahan umum sebelum melanjutkan ke pertemuan berikutnya.

PENILAIAN

- Latihan terstruktur 25%
- Praktikum / studi kasus 25%
- Evaluasi tengah 20%
- Proyek / evaluasi akhir 30%

SUMBER BELAJAR

- OpenStax Science Textbook: Referensi utama dan bahan pendukung kelas.
- PhET Interactive Simulations: Referensi utama dan bahan pendukung kelas.
- Buku referensi sesuai bidang: Referensi utama dan bahan pendukung kelas.

CATATAN

Struktur, materi, dan prasyarat resmi setiap universitas dapat berbeda. Periksa ketentuan kampus tujuan sebelum mengambil mata kuliah atau mengajukan aplikasi.