PANDUAN PELAKSANAAN MATA KULIAH SCADA SEBAGAI CAPSTONE PROJECT

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Instrumentasi
Jurusan Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dokumen Panduan Pelaksanaan dan Penilaian Proyek

Dosen Pengampu:
Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.
Muhammad Roy Ashiddiqi, S.T., M.T.

2026

1. Pendahuluan

Mata kuliah Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) dirancang untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa mengenai konsep, arsitektur, perangkat keras, perangkat lunak, protokol komunikasi, dan pengelolaan data pada sistem SCADA, serta penerapannya dalam industri proses dan ketenagalistrikan.

Pelaksanaan mata kuliah menggunakan pendekatan capstone project, yaitu pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa untuk menyelesaikan permasalahan rekayasa instrumentasi. Melalui pendekatan ini, mahasiswa diharapkan mampu menerapkan konsep yang telah dipelajari untuk merancang sistem SCADA, mengembangkan perangkat lunak untuk integrasi beberapa plant, dan mengintegrasikan perangkat keras sistem SCADA.

Kegiatan proyek dilaksanakan secara bertahap selama satu semester. Materi perkuliahan pada minggu 1–12 menjadi dasar konseptual dan teknis untuk pelaksanaan proyek, sedangkan minggu 13–15 difokuskan pada kegiatan perancangan dan integrasi sistem. Evaluasi pembelajaran dilaksanakan melalui kuis, Evaluasi Tengah Semester (ETS), dan Evaluasi Akhir Semester (EAS) sesuai dengan jadwal perkuliahan.

2. Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan konsep SCADA dan membedakannya dengan PLC dan DCS.
2. Membandingkan arsitektur SCADA berdasarkan karakteristik dan kebutuhan penerapannya.
3. Menjelaskan protokol komunikasi yang digunakan pada sistem SCADA.
4. Mengidentifikasi dan menjelaskan fungsi perangkat keras, perangkat lunak, serta database dalam sistem SCADA.
5. Menjelaskan implementasi SCADA pada industri Oil & Gas, pembangkit listrik, dan distribusi listrik.
6. Merancang arsitektur dan kebutuhan sistem SCADA berdasarkan permasalahan atau studi kasus yang ditentukan.
7. Merancang perangkat lunak SCADA untuk mengintegrasikan beberapa plant.
8. Mengintegrasikan perangkat keras sistem SCADA dan melakukan pengujian terhadap fungsi sistem yang dikembangkan.
9. Mendokumentasikan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem SCADA secara sistematis.

3. Tahapan Pelaksanaan Capstone Project

3.1. Tahap 1 — Pemahaman Konsep dan Identifikasi Studi Kasus (Minggu 1–3)

Mahasiswa mempelajari konsep dasar SCADA, perbandingan SCADA dengan PLC dan DCS, arsitektur sistem SCADA, serta protokol komunikasi yang digunakan. Pengetahuan tersebut menjadi dasar untuk memahami kebutuhan dan menentukan pendekatan desain sistem.

- Menjelaskan konsep dan fungsi utama SCADA dalam sistem pemantauan dan pengendalian.
- Membandingkan karakteristik SCADA, PLC, dan DCS.
- Menganalisis beberapa alternatif arsitektur SCADA.
- Mengidentifikasi protokol komunikasi yang dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat lapangan, pengendali, dan sistem supervisi.
- Mengidentifikasi permasalahan atau studi kasus yang berpotensi dikembangkan menjadi proyek SCADA.

Luaran: ringkasan konsep dasar SCADA, hasil perbandingan arsitektur, identifikasi protokol komunikasi, dan usulan awal topik proyek.

3.2. Tahap 2 — Pemahaman Komponen dan Teknologi SCADA (Minggu 5–7)

Mahasiswa mempelajari komponen utama sistem SCADA yang mencakup perangkat keras, perangkat lunak, dan sistem database. Tahap ini membangun pemahaman mengenai kebutuhan teknis yang harus dipenuhi dalam perancangan sistem.

- Mengidentifikasi sensor, aktuator, PLC atau mikrokontroler, perangkat komunikasi, dan komputer industri.
- Menjelaskan fungsi perangkat lunak SCADA, termasuk konfigurasi tag, HMI, alarm, dan visualisasi data.
- Menjelaskan fungsi database dalam penyimpanan dan pengelolaan data proses.

- Menentukan kebutuhan awal perangkat keras, perangkat lunak, komunikasi, dan penyimpanan data berdasarkan studi kasus.
- Menyusun daftar kebutuhan komponen untuk mendukung perancangan sistem.

Luaran: daftar kebutuhan perangkat keras, identifikasi perangkat lunak, rancangan awal pengelolaan data, dan daftar kebutuhan sistem.

3.3. Tahap 3 — Analisis Penerapan SCADA pada Industri (Minggu 9–11)

Mahasiswa mempelajari implementasi SCADA pada industri Oil & Gas, pembangkit listrik, dan distribusi listrik. Studi kasus industri digunakan untuk memahami hubungan antara kebutuhan operasional, arsitektur sistem, komunikasi, pemantauan, dan pengendalian.

- Mengidentifikasi fungsi SCADA pada industri Oil & Gas.
- Menganalisis penggunaan SCADA pada industri pembangkit listrik.
- Menganalisis penggunaan SCADA pada sistem distribusi listrik.
- Membandingkan kebutuhan pemantauan, pengendalian, komunikasi, dan pengelolaan data pada ketiga sektor.
- Menentukan studi kasus proyek dan merumuskan kebutuhan fungsional, batasan, serta target proyek.

Luaran: analisis studi kasus, rumusan masalah dan tujuan proyek, identifikasi kebutuhan fungsional, serta dasar pemilihan arsitektur dan teknologi.

3.4. Tahap 4 — Perancangan Sistem SCADA (Minggu 13)

- Menyusun diagram blok dan arsitektur sistem SCADA.
- Menentukan hubungan antara perangkat lapangan, pengendali, jaringan komunikasi, dan komputer supervisi.
- Menyusun daftar input dan output (I/O list) sesuai kebutuhan sistem.
- Menentukan protokol komunikasi yang digunakan.
- Menyusun rancangan HMI, termasuk tampilan proses, parameter yang dipantau, dan fungsi pengendalian.
- Menentukan kebutuhan alarm dan visualisasi tren data sesuai studi kasus.
- Menyusun dokumen desain sebagai dasar pengembangan perangkat lunak dan integrasi perangkat keras.

Luaran: diagram blok dan arsitektur, daftar kebutuhan perangkat, I/O list, daftar tag, rancangan HMI, dan dokumen desain awal.

3.5. Tahap 5 — Pengembangan Perangkat Lunak dan Integrasi Beberapa Plant (Minggu 14)

- Mengonfigurasi perangkat lunak SCADA berdasarkan desain.
- Membuat tag untuk setiap parameter yang dipantau atau dikendalikan.
- Mengembangkan HMI untuk menampilkan kondisi setiap plant.
- Mengonfigurasi komunikasi antara perangkat pengendali dan perangkat lunak SCADA.
- Mengembangkan fungsi pemantauan dan pengendalian sesuai kebutuhan proyek.
- Mengimplementasikan alarm dan pencatatan data jika termasuk dalam ruang lingkup.
- Mengintegrasikan informasi dari beberapa plant ke dalam antarmuka supervisi.
- Melakukan pengujian awal terhadap fungsi komunikasi dan tampilan sistem.

Luaran: berkas proyek perangkat lunak SCADA, konfigurasi komunikasi dan daftar tag, HMI untuk beberapa plant, serta bukti awal komunikasi dan integrasi perangkat lunak.

3.6. Tahap 6 — Integrasi Perangkat Keras Sistem SCADA (Minggu 15)

- Menghubungkan sensor, aktuator, PLC atau mikrokontroler, dan perangkat komunikasi sesuai desain.
- Memeriksa kesesuaian konfigurasi perangkat keras dengan I/O list.
- Mengintegrasikan perangkat keras dengan perangkat lunak SCADA.
- Menguji pembacaan data dari perangkat lapangan ke sistem supervisi.

- Menguji pengiriman perintah pengendalian jika fungsi kontrol diterapkan.
- Mengidentifikasi dan memperbaiki masalah komunikasi, pembacaan data, atau pengendalian.
- Mendokumentasikan konfigurasi, hasil pengujian, dan kendala integrasi.

Luaran: sistem SCADA terintegrasi dalam bentuk prototipe fisik, simulasi, atau kombinasi; bukti fungsi pemantauan dan pengendalian; hasil pengujian; serta dokumentasi teknis.

4. Rencana Kegiatan Mingguan

Minggu	Kegiatan dan Capaian Pembelajaran	Keterkaitan dengan Proyek
1	Mampu menjelaskan konsep SCADA serta perbedaannya dengan PLC dan DCS.	Menentukan pemahaman dasar sistem dan ruang lingkup penerapan SCADA.
2	Membandingkan beberapa arsitektur SCADA.	Mengidentifikasi alternatif arsitektur untuk studi kasus proyek.
3	Mampu memahami protokol yang digunakan pada sistem SCADA.	Mengidentifikasi kebutuhan komunikasi antarperangkat.
4	Kuis.	Evaluasi pemahaman konsep SCADA, arsitektur, dan protokol komunikasi.
5	Mampu menjelaskan perangkat keras dalam sistem SCADA.	Mengidentifikasi perangkat keras yang dibutuhkan untuk proyek.
6	Mampu menjelaskan perangkat lunak yang digunakan dalam sistem SCADA.	Mengidentifikasi perangkat lunak dan fungsi yang akan dikembangkan.
7	Mampu menjelaskan sistem database yang digunakan pada sistem SCADA.	Menentukan kebutuhan pencatatan dan penyimpanan data.
8	ETS.	Evaluasi pembelajaran tengah semester.
9	Mampu menjelaskan implementasi SCADA pada industri proses Oil & Gas.	Menganalisis studi kasus dan kebutuhan sistem pada industri proses.
10	Mampu menjelaskan implementasi SCADA pada industri pembangkit listrik.	Menganalisis kebutuhan pemantauan dan pengendalian pembangkit listrik.
11	Mampu menjelaskan implementasi SCADA pada industri distribusi listrik.	Menganalisis kebutuhan supervisi dan komunikasi pada distribusi listrik.
12	Kuis.	Evaluasi pemahaman implementasi SCADA pada berbagai sektor industri.
13	Mampu mendesain sistem SCADA.	Penyusunan arsitektur, I/O list, daftar tag, dan rancangan HMI.
14	Mampu merancang perangkat lunak sistem SCADA untuk integrasi beberapa plant.	Pengembangan konfigurasi SCADA, HMI, tag, dan komunikasi antarsistem.
15	Mampu mengintegrasikan perangkat keras sistem SCADA.	Integrasi perangkat lapangan, pengendali, komunikasi, dan perangkat lunak.
16	EAS.	Evaluasi akhir pembelajaran dan capaian proyek sesuai ketentuan dosen pengampu.

Catatan pelaksanaan: kuis, ETS, dan EAS merupakan kegiatan evaluasi pembelajaran. Kegiatan proyek pada minggu 13–15 perlu didukung oleh kemajuan dan dokumen yang dikumpulkan secara bertahap agar penyelesaian proyek tidak hanya bergantung pada minggu terakhir.

5. Ketentuan dan Spesifikasi Tugas Mahasiswa

5.1. Identifikasi Permasalahan dan Kebutuhan Sistem

- Menjelaskan latar belakang dan permasalahan yang akan diselesaikan.
- Menentukan tujuan dan batasan proyek.
- Mengidentifikasi parameter proses yang perlu dipantau atau dikendalikan.
- Menentukan kebutuhan fungsional dan gambaran umum operasi sistem.

5.2. Desain Sistem SCADA

- Menyusun arsitektur sistem SCADA.
- Mengidentifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan.
- Menentukan protokol komunikasi.
- Menyusun I/O list dan daftar tag.
- Membuat rancangan HMI yang sesuai dengan kebutuhan operasi.
- Menentukan kebutuhan alarm, tren, dan penyimpanan data sesuai ruang lingkup proyek.

5.3. Pengembangan Perangkat Lunak SCADA

- Mengonfigurasi proyek SCADA.
- Membuat tampilan HMI untuk pemantauan sistem.
- Mengonfigurasi tag dan komunikasi.
- Mengembangkan fungsi pemantauan dan pengendalian sesuai desain.
- Mengintegrasikan informasi dari beberapa plant apabila menjadi bagian dari proyek.
- Menyimpan data proses jika fungsi pencatatan data diterapkan.

5.4. Integrasi Perangkat Keras

- Mengintegrasikan sensor, aktuator, pengendali, dan perangkat komunikasi sesuai desain.
- Memastikan data dari perangkat lapangan dapat dibaca oleh SCADA.
- Memastikan perintah pengendalian dapat diteruskan dengan benar apabila fungsi kontrol diterapkan.
- Mendokumentasikan hasil integrasi dan permasalahan yang ditemukan.

5.5. Pengujian dan Evaluasi

- Pengujian komunikasi antarkomponen sistem.
- Pengujian pembacaan dan penampilan data proses.
- Pengujian fungsi pengendalian apabila diterapkan.
- Pengujian alarm dan pencatatan data apabila termasuk dalam ruang lingkup proyek.
- Evaluasi kesesuaian hasil pengujian terhadap kebutuhan dan tujuan desain.

Hasil pengujian harus didokumentasikan dalam tabel, grafik, tangkapan layar, atau bukti lain yang relevan. Fungsi yang tidak termasuk dalam ruang lingkup proyek perlu dijelaskan dalam laporan.

6. Luaran Capstone Project

- Laporan akhir proyek sesuai format laporan capstone project SCADA.
- Desain sistem SCADA, mencakup arsitektur, diagram blok, I/O list, daftar tag, dan rancangan HMI.
- Implementasi sistem berupa simulasi, prototipe fisik, atau kombinasi keduanya sesuai ruang lingkup proyek.
- Berkas digital pendukung, meliputi program PLC atau mikrokontroler jika digunakan, konfigurasi proyek SCADA, berkas HMI, daftar tag, dan konfigurasi komunikasi.
- Dokumentasi pengujian, mencakup skenario, hasil pengukuran, tangkapan layar, grafik, analisis, dan bukti perbaikan jika dilakukan.

- Presentasi hasil proyek yang menjelaskan permasalahan, desain, implementasi, hasil pengujian, dan kesimpulan.
- Video demonstrasi apabila dipersyaratkan dosen pengampu atau program studi.

7. Struktur Laporan Akhir

Bagian awal: halaman judul, lembar pengesahan, abstrak dan kata kunci, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar singkatan jika diperlukan.

BAB I — Pendahuluan

- Latar belakang.
- Rumusan masalah.
- Batasan masalah.
- Tujuan.
- Manfaat.
- Sistematika penulisan.

BAB II — Tinjauan Pustaka

- Konsep dasar SCADA.
- Perbandingan SCADA, PLC, dan DCS.
- Arsitektur sistem SCADA.
- Protokol komunikasi.
- Perangkat keras dan perangkat lunak SCADA.
- Database dan pencatatan data.
- Studi implementasi SCADA yang relevan.

BAB III — Metodologi dan Analisis Kebutuhan

- Deskripsi studi kasus.
- Metodologi pengembangan.
- Identifikasi kebutuhan sistem.
- Diagram alir pekerjaan.
- Spesifikasi kebutuhan fungsional.
- Rencana pengujian.

BAB IV — Perancangan Sistem SCADA

- Diagram blok dan arsitektur sistem.
- Desain perangkat keras.
- Desain komunikasi.
- I/O list dan daftar tag.
- Desain HMI.
- Desain integrasi beberapa plant.
- Desain pengelolaan data apabila diterapkan.

BAB V — Implementasi dan Pengujian

- Implementasi perangkat keras.
- Implementasi perangkat lunak.
- Integrasi sistem.
- Skenario dan prosedur pengujian.
- Hasil pengujian.
- Analisis hasil dan kendala.
- Evaluasi kesesuaian hasil terhadap kebutuhan desain.

BAB VI — Kesimpulan dan Saran

- Kesimpulan berdasarkan tujuan proyek.
- Saran pengembangan lebih lanjut.

Bagian akhir: daftar pustaka dan lampiran program, konfigurasi, gambar rangkaian, daftar tag, tangkapan layar, serta data pengujian.

8. Penilaian Capstone Project

Komponen Penilaian	Bobot
Pemahaman konsep SCADA dan studi literatur	10%
Desain sistem SCADA, termasuk arsitektur, I/O, dan HMI	20%
Implementasi PLC dan SCADA melalui simulasi atau prototipe	30%
Pengujian dan analisis hasil	15%
Laporan tertulis	15%
Presentasi dan demonstrasi	10%
TOTAL	**100%**

Komponen penilaian tersebut merupakan rancangan penilaian proyek dan perlu diselaraskan dengan ketentuan penilaian mata kuliah, termasuk bobot kuis, ETS, dan EAS. Apabila penilaian proyek digabungkan dengan evaluasi tersebut, dosen pengampu perlu menetapkan bobot akhir masing-masing komponen secara eksplisit.

Penilaian proyek dapat menggunakan skala 1–4 dengan kriteria umum berikut:

(4) — Sangat Baik: hasil memenuhi kriteria secara menyeluruh, berfungsi dengan baik, dan didukung bukti yang memadai.
(3)— Baik: hasil memenuhi sebagian besar kriteria dengan kekurangan minor.
(2)— Cukup: hasil memenuhi sebagian kriteria, tetapi masih terdapat kekurangan yang memengaruhi kualitas atau fungsi.
(1)— Kurang: hasil belum memenuhi sebagian besar kriteria atau tidak didukung bukti yang memadai.

Penilaian perlu didasarkan pada bukti nyata, seperti dokumen desain, berkas konfigurasi, hasil pengujian, laporan, dan demonstrasi sistem.

9. Ketentuan Pelaksanaan

1. Topik proyek dan ruang lingkup sistem harus memperoleh persetujuan dosen pengampu.
2. Implementasi dapat menggunakan perangkat fisik, simulator, atau kombinasi keduanya sesuai fasilitas yang tersedia dan kebutuhan proyek.
3. Setiap kelompok wajib menyimpan dan menyerahkan berkas proyek yang dapat ditinjau atau dijalankan kembali sesuai lingkungan perangkat lunak yang digunakan.
4. Setiap klaim keberhasilan fungsi sistem harus didukung hasil pengujian atau bukti demonstrasi.
5. Untuk proyek kelompok, kontribusi setiap anggota perlu dijelaskan agar capaian individu dapat dievaluasi.
6. Pekerjaan harus memperhatikan keselamatan penggunaan perangkat keras, ketepatan konfigurasi, dan praktik komunikasi sistem yang sesuai dengan ruang lingkup proyek.
7. Pengumpulan luaran dilakukan secara bertahap mengikuti arahan dosen pengampu dan jadwal yang ditetapkan.

10. Penutup

Panduan ini menjadi acuan pelaksanaan capstone project pada mata kuliah SCADA. Kegiatan pembelajaran disusun secara berurutan, dimulai dari penguasaan konsep, pengenalan komponen, analisis penerapan di industri, perancangan sistem, pengembangan perangkat lunak, hingga integrasi perangkat keras.

Melalui kegiatan tersebut, mahasiswa diharapkan mampu menghubungkan teori SCADA dengan kebutuhan rekayasa, menghasilkan desain yang dapat dipertanggungjawabkan, serta menunjukkan hasil implementasi dan pengujian sesuai ruang lingkup proyek yang telah disepakati.