

MODUL

PRAKTIKUM

ENGINEERING COMMISSIONING VI231627



Laboratorium

INSTRUMENTATION & CONTROL

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
PENDAHULUAN	4
Aturan Kerja Laboratorium Instrumentasi Dan Kontrol	4
Aturan Keamanan Laboratorium Instrumentasi Dan Kontrol	4
Panduan Berkegiatan di Laboratorium Instrumentasi Dan Kontrol	6
Sanksi Pelanggar Aturan	7
Denah Laboratorium Instrumentasi Dan Kontrol	7
Prosedure Kedatangan	7
Prosedur Kedatangan Di Lab IC	8
TUJUAN UMUM PRAKTIKUM	10
PROSEDUR PRAKTIKUM	11
Pengetahuan Penunjang	11
1. Tahapan <i>Planning</i> dalam Engineering Commissioning	11
2. Siklus Hidup Proyek (<i>From Design to Production</i>)	12
3. Definisi dan Manfaat <i>Commisioning</i>	13
4. Dokumen <i>Commisioning</i>	14
5. Motor 3 Phase	16
6. <i>Flywheel</i>	16
Prosedur Praktikum 1 – Tahapan Planning FAT	18
Overview	18
Tujuan	18
Tahap Persiapan Praktikum	18
Tahap Praktikum	18
Tahap Pasca Praktikum	21
Tahap Analisa & Kesimpulan	21
Prosedur Praktikum 2 - Eksekusi FAT Penggerak Flywheel Generator	22
Overview	22
Tujuan	22

Tahap Persiapan Praktikum	22
Tahap Praktikum	22
Tahap Pasca Praktikum	24
Tahap Analisa & Kesimpulan.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	27
Lampiran 1. Safety Induction	27
Lampiran 2. Precautions	29
Lampiran 3. Job Safety Analysis	30
Lampiran 4. Permit to Work	31
Lampiran 5. Minutes of Meeting (MOM).....	33
Lampiran 6. Format Laporan Praktikum	34

ITS

PENDAHULUAN

Praktikum Engineering Commissioning merupakan salah satu kegiatan pembelajaran berbasis laboratorium di Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, yang bertujuan untuk melatih mahasiswa dalam memahami dan menerapkan standarisasi serta teknik commissioning pada sistem instrumentasi industri. Praktikum ini dirancang secara komprehensif untuk memberikan pemahaman praktis mengenai strategi manajemen commissioning, mulai dari tahapan perencanaan (planning) hingga eksekusi Factory Acceptance Test (FAT) pada studi kasus Motor Induksi 3 Fasa penggerak Flywheel.

Dengan memanfaatkan peralatan ukur standar industri (special tools) seperti Power Meter 3 Phase, Vibration Meter, Sound Level Meter, dan Tachometer, mahasiswa akan dilatih untuk melakukan pengambilan data variabel fisis, meliputi tegangan, arus, daya, hingga analisis getaran secara akurat. Praktikum ini tidak hanya menekankan pada penguasaan teori pembuatan dokumen, tetapi juga mendorong kemampuan implementasi dan analisis keterkaitan antara strategi planning dengan hasil eksekusi FAT. Hal ini bertujuan untuk memastikan efisiensi dan reliabilitas sistem, sehingga menjadi bekal penting bagi mahasiswa dalam melakukan tahapan pre-commissioning dan commissioning pada berbagai kasus instrumentasi di dunia industri

Aturan Kerja Laboratorium Instrumentasi Dan Kontrol

Peraturan ini disusun sebagai acuan untuk seluruh aktivitas operasional dan layanan di Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol, Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi-ITS. Setiap pengguna laboratorium wajib mengikuti dan melaksanakan ketentuan ini selama berada di laboratorium.

1. Gunakan APD
2. Perhatikan Tanda Bahaya
3. Penuhi Safety Function
4. Dilarang menjalankan alat laboratorium tanpa izin/pengawasan
5. Jaga kebersihan ruang kerja
6. Hati-hati dengan barang-barang pecah belah dan mudah terbakar
7. Jangan tinggalkan alat yang sedang berjalan tanpa pengawasan
8. Laksanakan kegiatan dengan sesuai prosedur yang berlaku
9. Mengembalikan peralatan dan bahan ke tempat semula

Aturan Keamanan Laboratorium Instrumentasi Dan Kontrol

Untuk memastikan keamanan selama beraktivitas di laboratorium, setiap pengguna laboratorium wajib mematuhi ketentuan berikut:

1. Wajib melaporkan segala bentuk kejadian kecelakaan, cedera, atau kerusakan alat harus segera dilaporkan kepada teknisi, asisten, atau koordinator laboratorium.

2. Wajib mengetahui lokasi fasilitas keselamatan/safety tools seperti kotak P3K, eye wash, safety shower, alat pemadam api ringan, spill kit, dsb.
3. Wajib memahami prosedur penggunaan alat sebelum mengoperasikannya.
4. Wajib mengenakan pakaian yang aman dan alas kaki tertutup selama berada di ruang laboratorium.
5. Wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai kebutuhan eksperimen.
6. Wajib mengikat rambut agar tidak mengganggu aktivitas eksperimen bagi pengguna laboratorium dengan rambut panjang.
7. Dilarang melakukan aktivitas bercanda, bermain-main, atau tidur di dalam area laboratorium.
8. Dilarang mengonsumsi makanan dan minuman selama kegiatan di dalam laboratorium.
9. Dilarang menggunakan peralatan laboratorium tanpa izin atau sepengetahuan teknisi/koordinator.
10. Dilarang membuang limbah sembarangan. buanglah limbah pada tempat yang sesuai dan telah ditentukan.
11. Pengguna laboratorium yang memakai alat untuk jangka waktu lama diwajibkan meninggalkan penanda/pengingat/peringatan sebagai informasi bagi pengguna lain.
12. Bekerjalah dengan sikap tenang, berhati-hati, dan selalu waspada selama melakukan eksperimen.

ITS

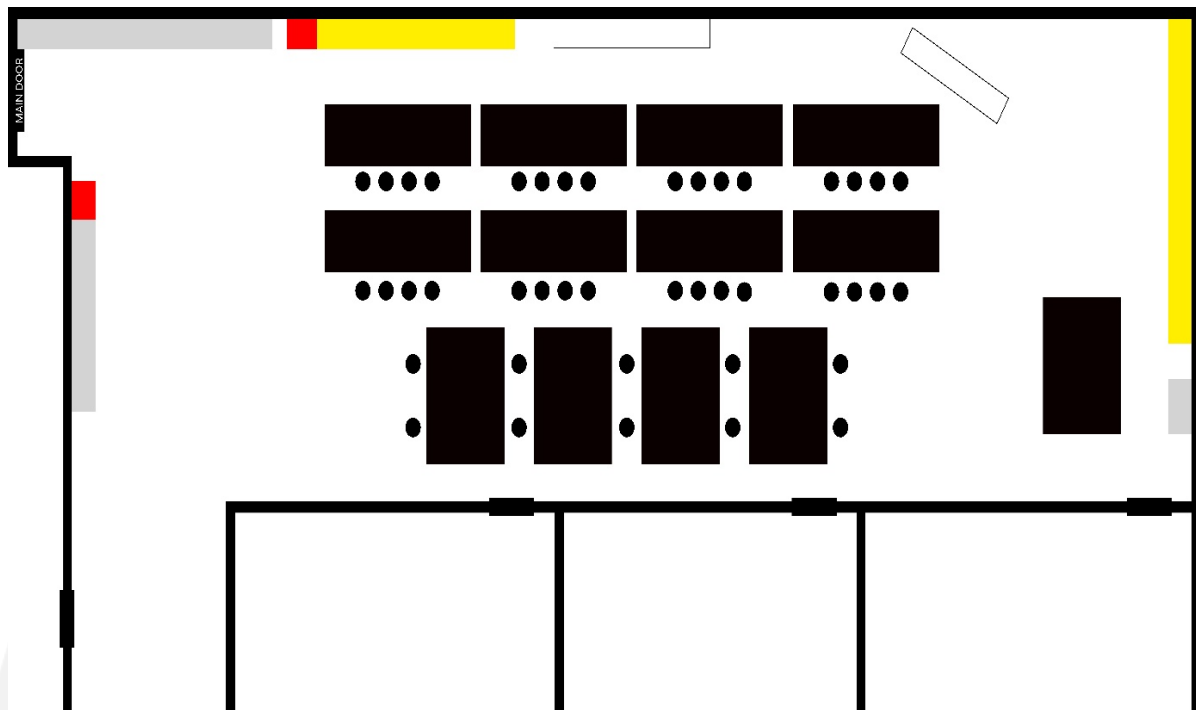
Panduan Berkegiatan di Laboratorium Instrumentasi Dan Kontrol



Sanksi Pelanggar Aturan

Pengguna laboratorium yang melanggar aturan ini akan dikenakan sanksi berupa pencabutan hak akses penggunaan laboratorium.

Denah Laboratorium Instrumentasi Dan Kontrol



Keterangan

-  Miniplant/Simulator
-  First aid and Fire Extinguisher
-  Storage
-  Board

Prosedure Kedatangan

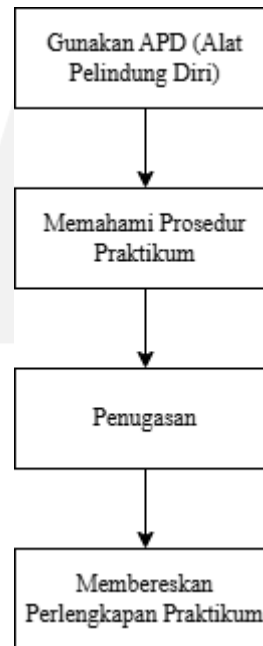
Kebutuhan Saat di Lab IC

1. Berada dalam kondisi kesehatan yang optimal. Urungkan niat untuk datang ke laboratorium jika merasa tidak sehat, beristirahatlah di rumah dan/atau periksakan diri ke dokter terdekat.
2. Membawa keperluan praktikum yang telah ditentukan

3. Mengikuti safety briefing yang diberikan oleh asistem laboratorium dan/atau laboran dengan cermat. Seluruh praktikan WAJIB mengikuti safety briefing sebelum melakukan praktikum. Asisten praktikum wajib memastikan seluruh praktikan sudah mengikuti safety briefing sebelum melaksanakan praktikum

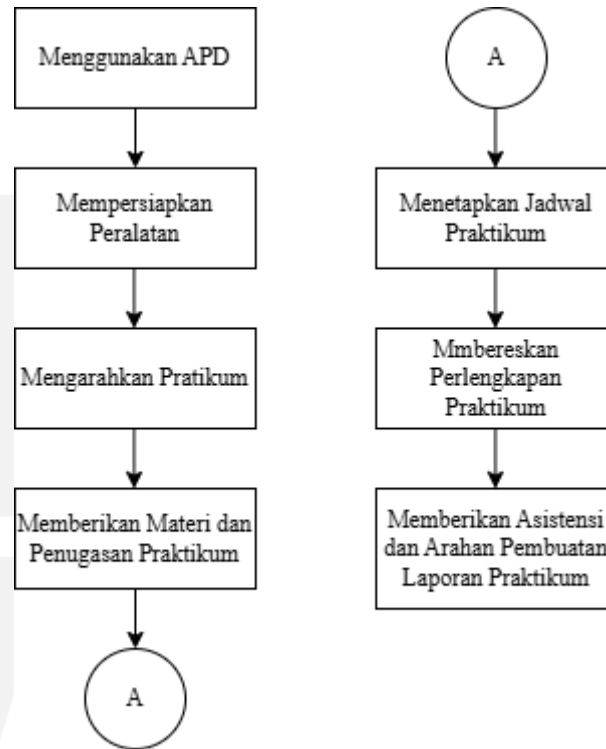
Prosedur Kedatangan Di Lab IC

A. Untuk Praktikan



1. Gunakan APD yang memiliki kondisi masih layak pakai dengan benar. Tanyakan kepada asisten laboratorium/laboran untuk tempat penyimpanan APD berada.
2. Pahami prosedur praktikum yang digunakan sebelum melakukan praktikum demi keamanan pelaksanaan praktikum
3. Saat menuju area praktikum, pastikan alat dan bahan praktikum telah lengkap tersedia. Jika alat dan bahan praktikum belum tersedia, segera tanyakan kepada asisten laboratorium/laboran untuk tempat penyimpanan alat dan bahan praktikum berada
4. Laksanakan praktikum dengan cermat, disiplin dan waspada. Patuhi aturan yang diberikan demi keamanan pelaksanaan praktikum
5. Dengarkan arahan/penugasan dari asisten laboratorium/laboran dengan cermat sehingga dapat meningkatkan produktivitas saat pelaksanaan asistensi praktikum
6. Bersihkan area praktikum ketika selesai melakukan praktikum dengan hati-hati

B. Untuk Asisten Laboratorium



1. Sediakan dan gunakan APD yang memiliki kondisi masih layak pakai dengan benar.
2. Pastikan alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum dapat digunakan.
3. Berikan arahan dan dampingan saat melaksanakan praktikum dengan benar dan disiplin.
4. Berikan penjelasan mengenai materi praktikum/penugasan pasca melakukan praktikum dengan jelas.
5. Sebelum mengakhiri praktikum, tetapkan jadwal kapan perlu melakukan asistensi data.
6. Setelah praktikum selesai, bersihkan dan rapikan alat serta bahan praktikum. Pastikan alat tidak mengalami kerusakan dan bahan praktikum kembali ke tempat penyimpanan yang tepat.
7. Berikan arahan yang jelas saat melakukan asistensi dan pembuatan laporan.

TUJUAN UMUM PRAKTIKUM

Mata kuliah Engineering Commissioning berada di semester VI dengan bobot 3 SKS yang terdiri dari 2 SKS TEORI dan 1 SKS PRAKTIKUM, dimana mata kuliah ini mempunyai Tujuan Pembelajaran (CPL MK):

CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH (CPL MK) RL
1. Mahasiswa mampu mengetahui dan memahami kegunaan alat-alat instrumen.
2. Mahasiswa mampu memahami, mematuhi dan mempraktekkan standarisasi dalam engineering commissioning
3. Mahasiswa mampu memahami dan mempraktekkan teknik saat melakukan commissioning dalam berbagai studi kasus di industri.
4. Mahasiswa mampu menginterpretasikan, menyiapkan dan membuat dokumen commissioning
5. Mahasiswa mampu melakukan tahapan pre commissioning dan commissioning pada segala case instrumentasi di industri.

Untuk menunjang tercapainya CPL MK Engineering Commissioning, maka MODUL praktikum Engineering Commissioning, disusun untuk dapat memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang cara kerja **strategi planning, Eksekusi FAT, Commissioning**, .

Untuk dapat mengukur tingkat pemahaman mahasiswa, pada praktikum ini dilengkapi dengan pertanyaan terkait dengan :

- Dasar teori penunjang praktikum pemahaman mengenai strategi manajemen engineering commissioning dan keterkaitan dengan dokumen-dokumen penunjangnya.
- Gambar, Data Sheet dan Spesifikasi studi case teknologi instrumentasi yang akan diidentifikasi dalam persoalan engineering commissioning.
- Tahapan dan metodologi penyusunan dokumen pre commissioning dan commissioning.

Proses evaluasi praktikum dilakukan melalui **laporan praktikum** dalam bentuk soft file yang berisi hasil percobaan terhadap percobaan dalam modul praktikum dan melalui **tes lisan** untuk memverifikasi laporan praktikum yang dibuat oleh praktikan.

PROSEDUR PRAKTIKUM

Pengetahuan Penunjang

1. Tahapan *Planning* dalam Engineering Commissioning

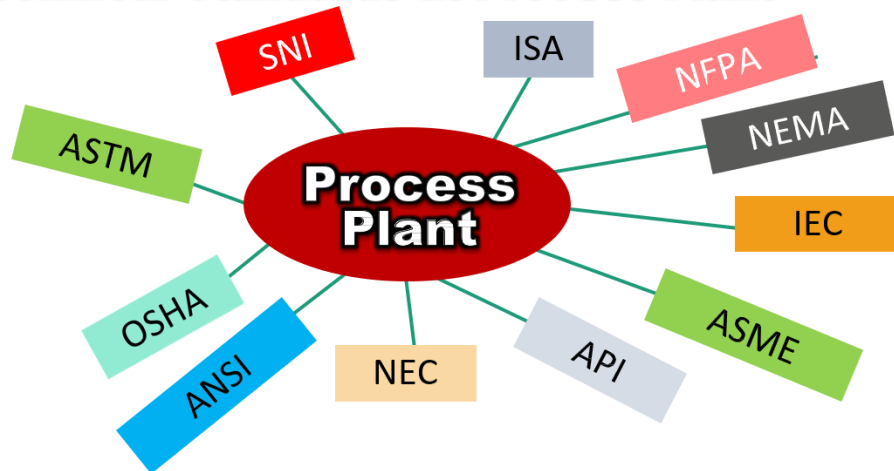
Dalam lingkungan Process Plant, kepatuhan terhadap kode dan standar teknis bukan sekadar kewajiban administratif, melainkan fondasi utama untuk menjamin keselamatan (safety), keandalan operasional (reliability), dan interoperabilitas peralatan. Standar teknis berfungsi sebagai "bahasa universal" yang memastikan bahwa komponen yang diproduksi oleh berbagai manufaktur dapat bekerja secara terintegrasi dan aman. standar-standar tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut:

Standar-standar tersebut meliputi, namun tidak terbatas pada:

- **SNI (Standar Nasional Indonesia):** Acuan standar yang berlaku secara nasional di Indonesia.
- **ISA (International Society of Automation):** Standar yang berfokus pada sistem instrumentasi dan otomasi.
- **IEC (International Electrotechnical Commission) & NEC (National Electrical Code):** Mengatur standarisasi kelistrikan dan elektronika.
- **ASME (American Society of Mechanical Engineers):** Standar untuk peralatan mekanik seperti bejana tekan dan perpipaan.
- **API (American Petroleum Institute):** Standar khusus untuk industri minyak dan gas.
- **OSHA & NFPA:** Standar yang berkaitan dengan keselamatan kerja (K3) dan proteksi kebakaran.
- **Standar Material & Desain lainnya:** Termasuk ASTM, ANSI, NEMA, dan lain-lain.

Penggunaan standar ini memastikan bahwa seluruh komponen dalam *process plant* terintegrasi dengan aman dan memenuhi regulasi yang berlaku.

Technical Standards at Process Plant

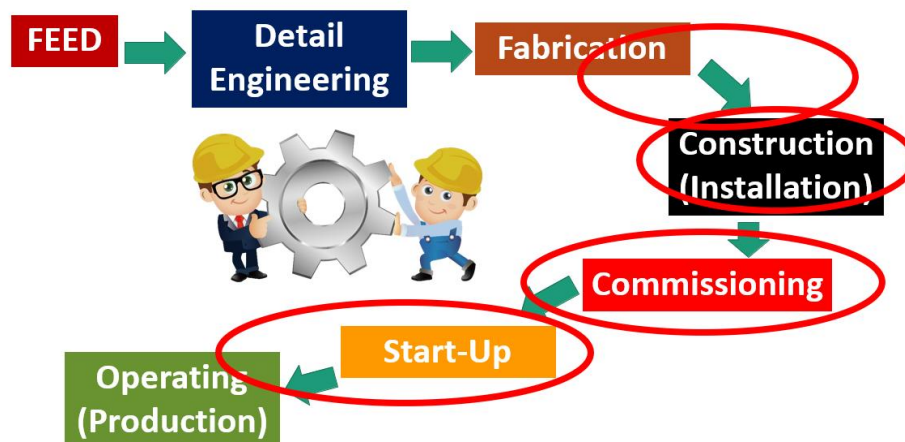


*Tidak Terbatas pada point-point di atas

Gambar 1. Standar Teknik pada Process Plant

2. Siklus Hidup Proyek (From Design to Production)

From Design to Production



Gambar 2. From Design to Production

Dalam manajemen proyek *engineering*, sebuah fasilitas atau *plant* dibangun melalui serangkaian tahapan linier yang terstruktur. Diagram pada modul menunjukkan transisi dari fase desain hingga operasi produksi. Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai setiap tahapan tersebut:

1). FEED (Front End Engineering Design)

FEED adalah fase perencanaan awal yang bertujuan untuk mendefinisikan persyaratan teknis proyek dan estimasi biaya sebelum desain rinci dilakukan. Pada tahap ini, studi kelayakan teknis dan ekonomi dilakukan untuk memastikan risiko proyek terkendali.

Keluaran utama dari FEED meliputi diagram alir proses (PFD), spesifikasi peralatan utama, dan tata letak awal pabrik, yang menjadi fondasi bagi tahapan selanjutnya.

2). Detail Engineering

Setelah FEED disetujui, proyek masuk ke tahap *Detail Engineering*. Fase ini menerjemahkan konsep awal menjadi dokumen teknis yang siap bangun (*construction-ready*). Aktivitas utamanya mencakup pembuatan gambar isometrik perpipaan, diagram pengkabelan instrumen (*wiring diagrams*), serta spesifikasi material yang presisi untuk keperluan fabrikasi dan konstruksi. Keakuratan pada tahap ini sangat krusial untuk mencegah kesalahan mahal saat eksekusi di lapangan.

3). Fabrication

Fabrication adalah proses manufaktur komponen atau struktur yang dilakukan secara *off-site* (di luar lokasi proyek), biasanya di bengkel kerja (*workshop*) yang terkontrol. Komponen seperti bejana tekan, struktur baja, atau *skid* peralatan dibuat dan dirakit sebagian di sini untuk memastikan kualitas yang lebih baik dan meminimalkan pekerjaan panas (*hot work*) di lokasi proyek.

4). Construction (Installation)

Tahap *Construction* melibatkan perakitan dan instalasi seluruh komponen yang telah difabrikasi di lokasi proyek (*site*). Fokus utama pada tahap ini adalah *Mechanical Completion*, yaitu kondisi di mana seluruh peralatan telah terpasang secara fisik, tersambung, dan diuji tekan (*hydrotest*) sesuai dengan gambar desain, namun belum dialiri energi atau fluida proses.

5). Commissioning

Commissioning adalah fase transisi kritis yang menjembatani konstruksi dan operasi. Pada tahap ini, serangkaian pemeriksaan dan pengujian fungsional dilakukan untuk memverifikasi bahwa sistem bekerja sesuai niat desain (*design intent*). Kegiatan ini mencakup *energization* (pemberian daya listrik), kalibrasi instrumen, dan uji fungsi sistem (*functional test*) menggunakan fluida aman (seperti udara atau air) sebelum bahan kimia atau hidrokarbon sebenarnya dimasukkan.

6). Start-Up

Berbeda dengan commissioning, *Start-Up* adalah titik di mana fluida proses atau bahan baku produksi mulai diperkenalkan ke dalam sistem (*introduction of hydrocarbons/feedstock*). Tujuan utama start-up adalah membawa fasilitas dari kondisi statis menuju kondisi operasi dinamis yang stabil (*steady state*), serta mulai menghasilkan produk sesuai spesifikasi.

7). Operating (Production)

Ini adalah fase akhir di mana fasilitas beroperasi penuh secara komersial. Pada tahap ini, fokus beralih ke pemeliharaan (*maintenance*) dan optimasi proses untuk menjaga efisiensi dan reliabilitas aset dalam jangka panjang.

3. Definisi dan Manfaat Commissioning

Commissioning adalah proses rekayasa yang terstruktur dan berorientasi mutu untuk memastikan sebuah fasilitas, sistem, atau peralatan benar benar “siap dipakai” sesuai tujuan

kinerja yang disepakati. Intinya, commissioning menggabungkan kegiatan verifikasi dan validasi melalui rangkaian inspeksi, pengujian fungsional, penyetelan (tuning), dan pembuktian kinerja, lalu mendokumentasikan hasilnya agar bisa ditelusuri dan dipertanggungjawabkan. Dalam konteks proyek bangunan, commissioning dipahami sebagai proses yang berfokus pada pemenuhan *owner's project requirements* melalui tahapan perencanaan, desain, instalasi, pengujian, operasi, hingga pemeliharaan, sehingga sistem berjalan sesuai maksud desain dan kebutuhan pemilik, bukan sekadar “terpasang” (Gillis & Cudney, 2015). Praktiknya sering dilakukan menjelang akhir konstruksi dan diwujudkan lewat serangkaian uji performa untuk membuktikan bahwa subsistem bekerja benar dan kualitas instalasi memadai sebelum serah terima dan operasi rutin (Jradi et al., 2021). Pada fasilitas industri, commissioning juga mencakup penyiapan prosedur lapangan, kontrol dokumen, serta eksekusi aktivitas yang kompleks untuk mengejar jaminan mutu dan reliabilitas tinggi ketika instalasi mulai dioperasikan, sehingga transisi dari mechanical completion ke operasi dapat berlangsung aman, tertib, dan minim kegagalan awal (Nascimento et al., 2022).

1). Verifikasi Kepatuhan Aset dan Desain (Compliance)

Tujuan utama *commissioning* adalah melakukan pemeriksaan vital (*vital checks*) terhadap aset-aset baru dan antarmuka kritis (*critical interfaces*). Proses ini menjamin bahwa seluruh peralatan yang telah diinstalasi mematuhi spesifikasi desain orisinal serta persyaratan teknis yang pertama kali ditetapkan oleh klien (pemilik proyek). Tanpa tahapan ini, ketidaksesuaian antara desain di atas kertas dan kondisi fisik di lapangan tidak dapat terdeteksi secara valid.

2). Deteksi Dini dan Mitigasi Masalah (Issue Resolution)

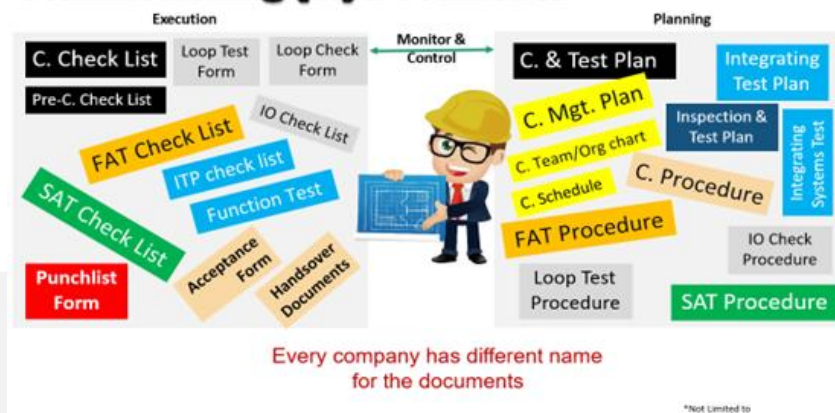
Commissioning memberikan kesempatan krusial bagi para insinyur (*engineers*) untuk mengidentifikasi dan menangani berbagai masalah atau isu teknis yang mungkin muncul sebelum fasilitas memasuki fase operasi komersial. Dengan menemukan potensi kegagalan pada tahap ini, perbaikan dapat dilakukan dengan biaya dan risiko yang jauh lebih rendah dibandingkan jika masalah tersebut baru ditemukan saat pabrik sudah memproduksi penuh.

3). Peningkatan Efisiensi dan Keandalan (Efficiency & Reliability)

Pelaksanaan *commissioning* yang matang berkontribusi langsung pada peningkatan efisiensi operasional dan keandalan (*reliability*) sistem jangka panjang. Sistem yang telah diuji dan dikalibrasi dengan benar selama *commissioning* akan beroperasi lebih stabil, memiliki waktu henti (*downtime*) yang lebih sedikit, dan umur pakai peralatan yang lebih optimal.

4. Dokumen *Commissioning*

Commissioning (C-) Documents*



Gambar 3. Dokumen Commissioning

Dokumentasi merupakan elemen fundamental dalam manajemen Commissioning yang berfungsi sebagai panduan kerja, bukti verifikasi, dan syarat legalitas serah terima aset. Berdasarkan alur kerjanya, dokumen commissioning terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu dokumen yang disiapkan pada tahap Perencanaan (Planning) dan dokumen yang digunakan pada tahap Eksekusi (Execution).

4.1. Dokumen Tahap Perencanaan (Planning)

Pada fase ini, dokumen disusun sebagai panduan strategis sebelum aktivitas fisik dilakukan di lapangan. Tujuannya adalah untuk menetapkan metode pengujian, jadwal, dan struktur organisasi. Dokumen-dokumen kunci dalam fase ini meliputi:

- **Commissioning Management Plan (C. Mgt. Plan):** Dokumen induk yang menjabarkan strategi keseluruhan, ruang lingkup, dan sasaran *commissioning*.
- **Inspection & Test Plan (ITP):** Rencana terperinci mengenai apa yang akan diinspeksi, metode pengujian, dan kriteria keberterimaannya.
- **Prosedur Pengujian:** Termasuk di dalamnya *FAT Procedure* (Factory Acceptance Test), *SAT Procedure* (Site Acceptance Test), dan *Loop Test Procedure*.
- **Jadwal dan Organisasi:** *Commissioning Schedule* untuk manajemen waktu dan *C. Team/Org Chart* untuk pembagian tanggung jawab personel.
- **Integrating Test Plan:** Rencana pengujian integrasi antar sistem untuk memastikan interoperabilitas

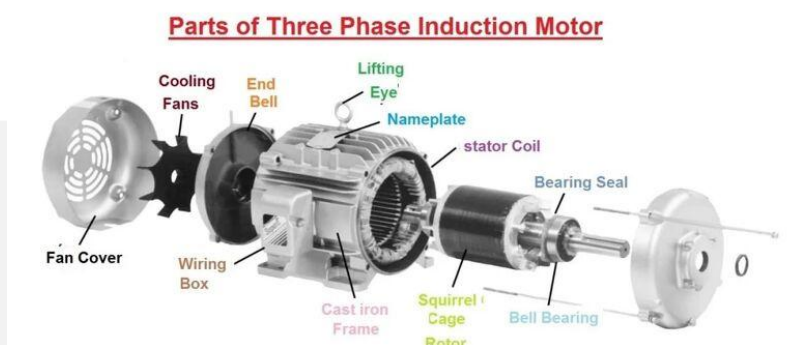
4.2. Dokumen Tahap Eksekusi (Execution)

Fase eksekusi melibatkan penggunaan formulir dan daftar periksa (*checklist*) untuk merekam hasil pengujian aktual di lapangan. Dokumen ini menjadi bukti otentik bahwa aset telah memenuhi standar. Dokumen-dokumen ini meliputi:

- **Check List:** Berbagai daftar periksa spesifik seperti *Pre-Commissioning Check List*, *FAT Check List*, *SAT Check List*, dan *IO Check List*.
- **Test Forms:** Formulir pengujian fungsi seperti *Loop Test Form* dan *Function Test* untuk mencatat variabel operasional.
- **Punchlist Form:** Daftar kekurangan (*deficiency*) atau ketidaksesuaian yang ditemukan selama pengujian dan wajib diperbaiki sebelum serah terima.
- **Handover Documents:** Kumpulan dokumen akhir termasuk *Acceptance Form* yang menandakan persetujuan resmi bahwa sistem telah siap beroperasi.

Perlu dicatat bahwa setiap perusahaan atau proyek mungkin menggunakan istilah atau penamaan yang berbeda untuk dokumen-dokumen tersebut, namun fungsinya tetap mengacu pada prinsip pengendalian kualitas yang sama.

5. Motor 3 Phase



Gambar 4. Bagian-bagian Motor 3 fasa

Motor 3 fasa dalam flywheel energy storage system adalah mesin listrik AC tiga fasa yang berfungsi sebagai motor generator dua arah. Pada mode pengisian, mesin bekerja sebagai motor untuk mempercepat rotor flywheel sehingga energi listrik dikonversi menjadi energi kinetik. Pada mode pelepasan, mesin beralih sebagai generator untuk mengubah energi kinetik flywheel kembali menjadi energi listrik, umumnya melalui konverter daya bidirectional yang mengatur aliran daya dan torsi secara presisi (Xu et al., 2023).

Karakteristik flywheel menuntut motor 3 fasa yang mampu bekerja pada kecepatan tinggi, efisiensi tinggi, serta rugi rugi rendah, karena kinerja FESS sangat dipengaruhi oleh total losses pada jalur elektromekanik dan pengkondisi daya. Tinjauan literatur FESS menekankan bahwa pemilihan tipe mesin listrik (misalnya motor induksi, PMSM, atau topologi khusus berkecepatan tinggi) dan integrasinya dengan sistem bantalan serta konverter daya merupakan faktor kunci yang menentukan densitas daya, stabilitas operasi, dan performa charge discharge (Olabi et al., 2021).

Dalam pengembangan FESS modern, fokus riset motor 3 fasa juga mengarah pada integrasi dan ketahanan gangguan. Sebagai contoh, desain mesin rotor solid dengan eksitasi magnet permanen pada stator dikaji untuk meningkatkan integrasi komponen FESS dan mengurangi kompleksitas struktur, yang relevan pada sistem flywheel berkecepatan tinggi (Ye et al., 2022). Selain itu, konfigurasi double three phase dan rancangan fault tolerant dieksplorasi untuk meningkatkan keandalan drive FESS, terutama dengan isolasi belitan dan penekanan arus hubung singkat tanpa mengorbankan performa torsi (Li et al., 2025).

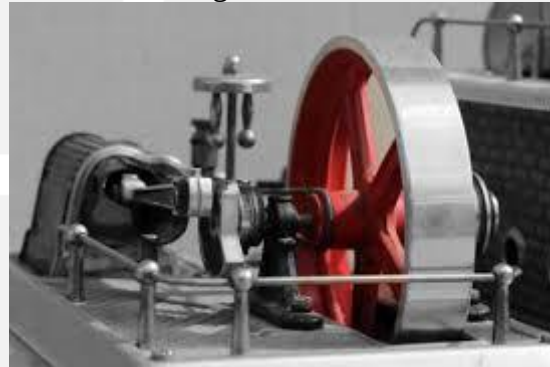
6. Flywheel

Flywheel adalah komponen mekanik berupa massa berputar (rotor) yang menyimpan energi dalam bentuk energi kinetik rotasi dan melepaskannya kembali ketika diperlukan melalui perubahan kecepatan sudut rotor. Karena mekanismenya berbasis rotasi, flywheel lazim dipakai untuk fungsi penyangga energi berdurasi singkat yang menuntut respons daya cepat, sekaligus membantu meredam fluktuasi daya dan torsi pada sistem elektromekanik (Bolund et al., 2007).

Dalam aplikasi kelistrikan, flywheel umumnya direalisasikan sebagai Flywheel Energy Storage System (FESS), yaitu sistem elektromekanik yang mengonversi energi listrik menjadi energi rotasi melalui mesin listrik (motor/generator), lalu

mengembalikannya menjadi energi listrik melalui konverter daya dua arah. Dengan arsitektur ini, FESS tidak hanya terdiri dari rotor, tetapi juga mencakup mesin listrik, konverter bidirectional, bantalan, serta enclosure yang dirancang untuk menekan rugi-rugi dan meningkatkan efisiensi operasional, sehingga sistem mampu melakukan charge dan discharge berulang dengan karakteristik daya menengah hingga tinggi dalam interval waktu singkat (Sebastián & Peña Alzola, 2012).

Secara rekayasa, flywheel dipahami melalui keterkaitan langsung antara energi tersimpan, momen inersia, dan kecepatan sudut, sehingga peningkatan densitas energi umumnya dicapai dengan menaikkan kecepatan putar dan/atau merancang geometri rotor agar momen inersianya meningkat. Namun, strategi ini dibatasi oleh tegangan sentrifugal material, stabilitas dinamik rotor, dan rugi-rugi konversi pada mesin listrik serta konverter, sehingga definisi flywheel yang aplikatif selalu melekat pada batasan desain dan kendalinya dalam satu sistem terintegrasi.



Gambar 5. Flywheel Generator

ITS

Prosedur Praktikum 1 – Tahapan Planning FAT

Overview

Praktikum ini berfokus pada menyusun dokumen tahapan planning FAT (Factory Acceptance Test) untuk studi kasus Motor Induksi 3 Fasa penggerak Flywheel. Secara teknis, mahasiswa (dalam tim) akan diminta untuk mengidentifikasi peralatan dan kebutuhan keselamatan (HSE/JSA), kemudian membuat dokumen perencanaan lengkap yang mencakup 10 pola wajib seperti risk assessment, jadwal (time schedule), prosedur pengujian, hingga prosedur keadaan darurat.

Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan praktikum modul P1 adalah:

- Mahasiswa mampu memahami dan menerapkan tahapan planning dalam Teknik commissioning pada studi kasus teknologi instrumentasi
- Mahasiswa mampu memahami konsep membuat dokumen tahapan planning untuk studi kasus instrument motor induksi 3 fasa penggerak flywheel.
- Mahasiswa mampu menganalisa pentingnya kebutuhan tahapan planning dalam Teknik commissioning untuk studi kasus sistem teknologi instrumentasi.

Tahap Persiapan Praktikum

Praktikum *Engineering Commissioning* dilakukan secara luring dan team work, sehingga peralatan yang diperlukan adalah :

- a) PC untuk membuat dokumen *planning* untuk menganalisa keterkaitan *Engineering Commissioning*, serta menjawab pertanyaan dan mengirim hasil praktikum dalam bentuk soft file (LAPORAN PRAKTIKUM).
- b) Peralatan Motor Induksi Motor 3 Fasa penggerak Flywheel
- c) *Microsoft word, pdf reader*, untuk membuat, membaca dokumen yang mendukung pelaksanaan praktikum.
- d) MyITS Classroom

Tahap Praktikum

Praktikum yang akan dilaksanakan adalah membuat dokumen *tahapan planning* untuk peralatan-peralatan yang sering digunakan dalam kegiatan Mahasiswa dilingkungan sekitar. Yang perlu disiapkan adalah:

1. **Mengidentifikasi peralatan yang akan dijadikan case pembuatan dokumen tahapan planning FAT**
2. **Alat ukur (power meter digital). Hardware Asli (Opsional)**
3. **Alat ukur tegangan dan Arus AC. Hardware Asli (Opsional)**

Identifikasi komponen harus sesuai juga dengan kaidah-kaidah *health, safety, and environment consideration instruction*, antara lain seperti penyusunan HSE Notif Symbol, *permit and job safety analysis (JSA)*, *Personal Protective Equipment planningent (PPE)*, *Operators are required to wear the appropriate Personal Protective Equitahapan planningent (PPE) at all times*, *Environmental Precautions*, *Special Safety Considerations*, *HAZOP*, *HAZID*, and *SIL*.

Mahasiswa diperbolehkan menggunakan template yang sudah disiapkan dalam myits classroom. Terpenting semua mahasiswa wajib mencoba dan melakukan secara individu.

Buatlah kelengkapan dokumen *tahapan planning* FAT Motor Induksi untuk Penggerak Fkywheel berdasarkan teknologi instrumentasi. Pelaksanaan praktikum ini diawali melalui pengantar dalam perkuliahan Engineering Commissioning Minggu 3 di semester VI. Jika disederhanakan penyusunan dokumen *tahapan planning* ini terbagi menjadi 10 pola yang harus disusun secara teliti, kritis, analitikal, dan spesifik. Sepuluh pola tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Risk Assessment (Hazop)
 2. Definisi Sistem (Overview)
 3. Completion Prioritizations (Startup Sequence)
 4. Software
 5. Document → Luaran
 6. Manpower
 7. Material
 8. Equipment
 9. Tools
 10. Special Hint
- Pola Document terdiri dari
 - Time Schedule
 - Organization Chart
 - Check List (Mechanical, Electrical, Instrument, Civil)
 - Operator Manual Book Be Ready
 - Develop FAT Task Procedure
 - Develop FAT Task Procedure (System and Unit)
 - Safety Procedure
 - Quality Control Procedure
 - Security Procedure
 - Emergency Response Procedure
 - Status Progress Response
 - Test Records
 - Punch List Template



1 OVERVIEW

1.1 Purpose

This procedure describes a guideline for commissioning task and activities of This procedure is developed based on commissioning strategy detail analysis, isolation and safety precautions that must be taken into account for safe commissioning activities.

1.2 General Overview

This procedure applied for equipment in field JTB-PEPC. The commissioning task included in this procedure is based on below system boundary:

Below is the list of equipment tag number at field JTB-PEPC:

No.	Area	Tag No
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

The Commissioning regime for the equipment are as per below table:

Commissioning Program	Commissioning Task	Type of Commissioning	Schedule	Responsible	Dependency
(main task)	(sub task)	PM	(Monthly/Quarterly/annually?)	Facility & Commissioning	(need unit shutdown/online?)



Instructions and information that follow the Stop Sign address an identified hazard. Failure to follow the instructions can increase exposure to this potential hazard.

1.4 Abbreviation (add ITEM or develop TABLE if required)

DCS	Distributed Control System
ESD	Emergency Shutdown
FGS	Fire & Gas System
FO	Field Operator
HAZOP	Hazard and Operability
HAZID	Hazard Identification
HH	High-High Alarm
HP	High Pressure
HSSE	Health, Safety, Security and Environment
JSA	Job Safety Analysis
JTB	Jemberan Tunggal Bina
KO	Knock Out
KOD	Knock Out Drum
LCP	Local Control Panel
LEL	Lower Explosive Limit
LL	Low-Low Alarm
LO	Lead Operator
LOTO	Lock Out Tag Out
LP	Low Pressure
MOS	Commissioning Override System
OCOR	Operator Central Control Room

Gambar 1. Salah Satu Contoh Pola mengenai Overview



- A safety harness must be worn when working on high.
- High temperatures may be present on the area. Be cautious of radiation heat. Hot signs must be put in the appropriate area.
- Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA) and/or Breathing Apparatus Station is available around LP Flare System Area.
- Be aware of slip hazards on the concrete base area.
- Each technician should have a radio communications, tested and tuned to the correct frequency. Maintain communications with the DCS Central Control Room (CCR) as appropriate.

2.3 Requirement

2.3.1 Commissioning Personnel Requirement

Only qualified commissioning personnel are assigned to do commissioning activities. To qualify for the commissioning task, the personnel must successfully complete the following:

- Apprenticeship program
- Commissioning orientation
- Safety training series
- Firefighting training
- H2S awareness training
- SIKA training
- K3 Gas Training
- Commissioning tools training
- (add if required)

2.3.2 Contractor Qualification

Third party Contractors are utilized for specific assignments; the skills required of contractors are job-specific.

IMPORTANT: Qualified commissioning personnel must monitor contractors to ensure the job is executed safely.



4 HAZOP, HAZID, and SIL

HAZOP, HAZID, and SIL documents have been reviewed and no required action HAZOP, HAZID, and SIL close out for this Commissioning Procedure

5 TOOLS, DOCUMENT AND MATERIAL

The tools, material, listed in table below are used in the commissioning of the

No	Tools/Document/Material	Details
1.	Basic Tools	
2.	Special Tools	
3.	Heavy Equipments	
4.	Lifting Equipments	
5.	Scaffolding/Movable platform	
6.	Safety Equipments	
7.	Manual book	

Gambar 2. Salah Satu Contoh Pola mengenai Commissioning Personal Requirement, Tools and Material

10.	Consumables	
-----	-------------	--

6 GENERAL WORK PREPARATION

Below general preparation should be done before commencing all the commissioning task in this procedure:

- Prepare JSA and Permit To Work
- Prepare related documentation: WO, Work package, Procedures, manual book, drawing, MSDS, inspection data, commissioning form
- Prepare tools and materials, including related LOTO
- Prepare complete necessary PPE related to the work
- Tool box talk session
- (add if required)

7 PRE COMMISSIONING TASK

7.1 Specific Work Preparation

The following procedure details the step to be undertaken before working on Commissioning Task 1:

7.1.1 Electrical Isolation & Grounding Work

Step	Action/Remarks	Done by	Reference
1.	(<u>step</u> by step action started in capital verb, complete with picture if necessary)		

--	--	--	--

7.1.3 Loading/purging Work

Step	Action/Remarks	Done by	Reference
1.	(<u>step</u> by step action started in capital verb, complete with picture if necessary)		

7.2 Sub task 1

The following procedure details the step to be undertaken to do Sub Task 1:

Step	Action/Remarks	Done by	Reference
1.	(<u>step</u> by step action started in capital verb, complete with picture if necessary)		

7.3 Sub task 2

The following procedure details the step to be undertaken to do Sub Task 2:

Step	Action/Remarks	Done by	Reference
1.	(<u>step</u> by step action started in capital verb, complete with picture if necessary)		

Gambar 3. Salah Satu Contoh Pola mengenai penyusunan *Task* (tugas) dalam *step by step* yang terukur dengan penanggung jawab.

Tahap Pasca Praktikum

- Buatlah semua aspek pola *tahapan planning engineering commissioning*, dari identifikasi Planning FAT Motor Induksi 3 Fasa sebagai Penggerak Flywheel yang telah di instal.
- Buatlah satu laporan praktikum yang terdiri dari aktifitas penyusunan dokumen *tahapan planning*, hasil dokumen *tahapan planning*, dan Analisa keterkaitan strategi *planning* pada *FAT* untuk mendukung pencapaian output/target fungsi operasional motor penggerak flywheel.

Tahap Analisa & Kesimpulan

Dari hasil penyusunan dokumen *tahapan planning* melalui identifikasi teknologi instrumentasi yang terstruktur, buatlah analisa dan kesimpulan dari hasil praktikum. Note: Laporan praktikum menyesuaikan template Laporan Praktikum yang sudah ada.

- Dasar teori
- Kegiatan Praktikum
- Analisa Hasil Praktikum
- Kesimpulan Praktikum

Setiap dokumen *TAHAPAN PLANNING* yang dibuat wajib diberikan identitas nama mahasiswa. Hasil praktikum dibuktikan oleh **Laporan Praktikum dan Dokumen Tahapan Planning**, yang harus dikumpulkan di myITS Classroom Minggu ke 4 dengan format (pdf). Semua mahasiswa wajib melakukan secara mandiri praktikum *Engineering Commissioning*.

Prosedur Praktikum 2 - Eksekusi FAT Penggerak Flywheel Generator

Overview

Praktikum ini berfokus pada pelaksanaan tahapan eksekusi Factory Acceptance Test (FAT) pada studi kasus Motor Induksi 3 Fasa penggerak Flywheel Generator. Mahasiswa ditugaskan untuk mempersiapkan dan menggunakan alat ukur khusus (special tools) seperti Power Meter 3 Phase, Vibration Meter, Sound Level Meter, Tachometer, dan Thermogun guna mengukur variabel fisik (seperti tegangan, arus, daya, getaran, dan suhu) sesuai dengan prosedur FAT yang berlaku. Selain melakukan pengukuran teknis dengan tetap mematuhi kaidah keselamatan (HSE/APD), mahasiswa harus mencatat hasil pengujian ke dalam formulir checklist atau appendix, kemudian menyusun laporan akhir yang memuat seluruh dokumen FAT serta analisis mengenai keterkaitan hasil eksekusi tersebut terhadap pencapaian target fungsi operasional sistem.

Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan praktikum modul P1 adalah:

- Mahasiswa mampu memahami dan menerapkan tahapan Execution FAT Penggerak Flywheel Generator dalam Teknik commissioning pada studi kasus teknologi instrumentasi
- Mahasiswa mampu memahami konsep membuat dokumen tahapan *Execution FAT Penggerak Flywheel Generator* untuk studi kasus instrument motor induksi 3 fasa penggerak flywheel.
- Mahasiswa mampu menganalisa pentingnya kebutuhan tahapan Execution FAT Penggerak Flywheel Generator dalam Teknik commissioning untuk studi kasus sistem teknologi instrumentasi.

Tahap Persiapan Praktikum

Praktikum Engineering Commissioning dilakukan secara luring dan team work, sehingga peralatan yang diperlukan adalah :

- a) Special Tools Execution FAT Penggerak Flywheel Generator untuk mendapatkan data dan menganalisa keterkaitan Engineering Commissioning, serta menjawab pertanyaan dan menyampaikan hasil praktikum di forum kelas (LAPORAN PRAKTIKUM).
- b) Peralatan Motor Induksi Motor 3 Fasa penggerak, Flywheel dan APD.
- c) MyITS Classroom

Tahap Praktikum

Praktikum yang akan dilaksanakan adalah membuat dokumen *tahapan Execution FAT Penggerak Flywheel Generator* untuk peralatan-peralatan yang sering digunakan dalam kegiatan Mahasiswa dilingkungan sekitar Gedung Robotika ITS. Yang perlu persiapan adalah:

1. **Mengidentifikasi peralatan yang akan dijadikan case pembuatan dokumen *tahapan Execution FAT Penggerak Flywheel Generator FAT***
2. **Mempersiapkan special tools, APD, dan tools pendukung**

3. Melakukan tahapan eksekusi FAT sesuai dengan hasil FAT Prosedur yang disusun dalam MK Engineering Commissioning.
4. Mencatat dan menyampaikan hasil FAT
5. Membuat Laporan Praktikum yang terdiri dari keseluruhan dokumen FAT dan Hasil Analisa berdasarkan dari pertanyaan praktikum.

Identifikasi komponen harus sesuai juga dengan kaidah-kaidah *health, safety, and environment consideration instruction*, antara lain seperti penyusunan HSE Notif Symbol, *permit and job safety analysis (JSA)*, *Personal Protective Equipment* (PPE), *Operators are required to wear the appropriate Personal Protective Equipment at all times*, *Environmental Precautions*, *Special Safety Considerations*, *HAZOP*, *HAZID*, and *SIL*.

Mahasiswa diperbolehkan menggunakan template yang sudah disiapkan dalam myits classroom. Terpenting semua mahasiswa wajib mencoba dan melakukan secara individu.

Buatlah hasil *Execution FAT Penggerak Flywheel Generator* FAT Motor Induksi untuk Penggerak Flywheel berdasarkan teknologi instrumentasi. Pelaksanaan praktikum ini diawali melalui pengantar dalam perkuliahan Engineering Commissioning Minggu 9-11 di semester VI. Jika disederhanakan *Execution FAT Penggerak Flywheel Generator* ini terbagi menjadi 10 pola yang harus disusun secara teliti, kritis, analitis, dan spesifik. Sepuluh pola tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Risk Assessment (Hazop)
2. Definisi Sistem (Overview)
3. Completion Prioritizations (Startup Sequence)
4. Manpower
5. Material
6. Equipment
7. Special Tools
8. Special Hint
- Pola Document terdiri dari
 - Time Schedule
 - Organization Chart
 - Check List (Mechanical, Electrical, Instrument, Civil)
 - Operator Manual Book Be Ready
 - Develop FAT Task Procedure
 - Develop FAT Task Procedure (System and Unit)
 - Safety Procedure
 - Quality Control Procedure
 - Security Procedure

- Emergency Response Procedure
- Status Progress Response
- Test Records
- Punch List Template

4 | TOOLS, DOCUMENT AND MATERIAL

The tools, material, listed in table below are used in the FAT (Factory Acceptance Test) of the Flywheel Generator.

No	Tools/Document/Material	Details
1.	Basic Tools	Obeng, tang crimping, tang cucut, clamp ampere, solder, <u>gunting</u> .
2.	Special Tools	1. <u>Power Meter 3 Phase</u>, 2. <u>Vibration Meter Lutron VB8200</u>, 3. <u>Sound Level Meter Lutron SL-4001</u>, 4. <u>Tachometer / Sensor RPM</u>, 5. <u>Thermogun</u>, 6. <u>Electric Test Pen</u>. Power Meter Analyzer Fluke 435-II 3Phase (RENT), <u>Elektromagnetic Field Tester (RENT)</u>, ATS Technology, MCB Protection, etc

Document No : FAT-01-III
Revision : 0
Contractor Doc. No :

Page 9 of 14

Gambar 2. Special Tools FAT

APPENDIX 1: Form FAT (Factory Acceptance Test) Checklist form

FAT (FACTORY ACCEPTANCE TEST) CHECKLIST FORM

Main task 1 Electrical Isolation & Grounding Work saQuality output (Electric Energy) Voltage sags and swells, harmonics, transient, frequency variations, flicker, sinus wave form, measurement of voltage, current, power & Energy during Fly Wheel generator being loaded.

The following procedure details the step to be undertaken to do Sub Task 1:

Step	Action/Remarks	Done By Checklist	Note
1.	Test power energy. V, I, F, KW, KWH, KVAR, KVA, COSPI etc with generator being loaded		

Gambar 3. Appendix Task

Tahap Pasca Praktikum

- Lakukan semua Task dalam *tahapan Execution FAT Penggerak Flywheel Generator engineering commissioning*.
- Buatlah hasil analisa yang terdiri dari aktifitas *Execution FAT Penggerak Flywheel Generator*, hasil *tahapan task Execution FAT Penggerak Flywheel Generator*, dan Analisa keterkaitan strategi *Execution FAT Penggerak Flywheel Generator* pada FAT

untuk mendukung pencapaian output/target fungsi operasional motor penggerak flywheel.

Tahap Analisa & Kesimpulan

Dari hasil *tahapan Execution FAT Penggerak Flywheel Generator* melalui identifikasi teknologi instrumentasi yang terstruktur, buatlah analisa dan kesimpulan dari hasil praktikum.

Note: Laporan praktikum menyesuaikan merupakan hasil pekerjaan FAT

1. Seluruh Dokumen FAT
2. Hasil Catatan di Appendix FAT
3. Analisa Hasil Praktikum
4. Kesimpulan Praktikum

Setiap dokumen *TAHAPAN EXECUTION FAT PENGGERAK FLYWHEEL GENERATOR* yang dibuat wajib diberikan identitas nama mahasiswa. Hasil praktikum dibuktikan oleh **Laporan Praktikum *Execution FAT Penggerak Flywheel Generator***, yang harus dikumpulkan di myITS Classroom Minggu ke 12 dengan format (pdf). Semua mahasiswa wajib melakukan secara mandiri praktikum *Engineering Commissioning*.



DAFTAR PUSTAKA

- Bolund, B., Bernhoff, H., & Leijon, M. (2007). Flywheel energy and power storage systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(2), 235–258.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.01.004>
- Gillis, W. L., & Cudney, E. A. (2015). A Standard for the Commissioning Process. *Frontiers of Engineering Management*, 2(1), 39. <https://doi.org/10.15302/J-FEM-2015006>
- Jradi, M., Boel, N., Madsen, B. E., Jacobsen, J., Hooge, J. S., & Kildelund, L. (2021). BuildCOM: automated auditing and continuous commissioning of next generation building management systems. *Energy Informatics*, 4(1), 2.
<https://doi.org/10.1186/s42162-020-00136-2>
- Li, X., Liang, S., Qi, B., Zhao, Z., & Ling, Z. (2025). Design and Analysis of a Double-Three-Phase Permanent Magnet Fault-Tolerant Machine with Low Short-Circuit Current for Flywheel Energy Storage. *Machines*, 13(8), 720.
<https://doi.org/10.3390/machines13080720>
- Nascimento, D. L. de M., Roeder, A. B., Calvetti, D., Mustelie, A. M., Gonzalez, F. R., & de Araújo, F. N. M. (2022). Industrial Plants Commissioning Procedures Using Digital Process-Oriented Architecture. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 2079–2084.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.014>
- Olabi, A. G., Wilberforce, T., Abdelkareem, M. A., & Ramadan, M. (2021). Critical Review of Flywheel Energy Storage System. *Energies*, 14(8), 2159.
<https://doi.org/10.3390/en14082159>
- Sebastián, R., & Peña Alzola, R. (2012). Flywheel energy storage systems: Review and simulation for an isolated wind power system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(9), 6803–6813. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.08.008>
- Xu, K., Guo, Y., Lei, G., & Zhu, J. (2023). A Review of Flywheel Energy Storage System Technologies. *Energies*, 16(18), 6462. <https://doi.org/10.3390/en16186462>
- Ye, C., Yu, D., Liu, K., Dai, Y., Deng, C., Yang, J., & Zhang, J. (2022). Research of a Stator PM Excitation Solid Rotor Machine for Flywheel Energy Storage System. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 69(12), 12140–12151.
<https://doi.org/10.1109/TIE.2021.3130323>
- Kurikulum Prodi Sarjana Terapan Rekayasa Teknologi Instrumentasi
Modul HYSYS. Perancangan Sistem Kontrol.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Safety Induction

A. Identifikasi Bahaya dan Pendendalian Risiko

1. Bahaya Umum

- Paparan layar komputer dalam durasi panjang yang dapat menyebabkan kelelahan mata.
- Risiko kehilangan data akibat kesalahan penyimpanan atau gangguan perangkat lunak.
- Bahaya listrik dari perangkat keras seperti komputer dan adaptor.
- Ketidaktepatan hasil analisis akibat kesalahan input parameter sistem kontrol.

2. Pengendalian Risiko

- Gunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai, seperti jas laboratorium dan sepatu tertutup.
- Pastikan komputer, jaringan, dan perangkat lunak (Hysys & Matlab) berfungsi dengan baik sebelum digunakan.
- Lakukan *double-check* terhadap input parameter dalam simulasi sistem kontrol untuk mencegah kesalahan proses.
- Hindari menyalakan atau mematikan perangkat tanpa instruksi dari supervisor atau asisten.
- Pastikan posisi duduk ergonomis dan atur jeda penggunaan komputer untuk menghindari kelelahan.

Prosedur Keamanan Darurat

3. Kebakaran

- Tekan tombol alarm kebakaran terdekat.
- Gunakan APAR yang sesuai (CO₂ untuk kebakaran akibat perangkat elektronik).
- Lakukan evakuasi melalui jalur darurat, berkumpul di titik kumpul yang telah ditentukan.

4. Kecelakaan atau Cedera

- Lakukan pertolongan pertama jika aman.
- Hubungi petugas medis kampus atau layanan darurat jika diperlukan.
- Segera laporkan kepada dosen/instruktur praktikum.

5. Gangguan atau Kerusakan Peralatan

- Hentikan penggunaan komputer atau perangkat lunak jika terjadi gangguan/error.
- Laporkan ke teknisi atau asisten laboratorium.

- Tidak diperkenankan mencoba memperbaiki software atau hardware tanpa izin.

B. Penggunaan Peralatan Laboratorium

- Baca panduan penggunaan Hysys dan Matlab sebelum melakukan simulasi.
- Pastikan parameter input sistem kontrol (misal: *gain*, *delay*, *PID settings*) sesuai dengan skenario yang ditentukan.
- Jangan mengubah konfigurasi software tanpa sepengetahuan dosen/asisten.
- Simpan hasil kerja secara berkala di lokasi aman (cloud, flashdisk).
- Jangan meninggalkan komputer dalam kondisi menyala dan aktif tanpa pengawasan.
- Setelah selesai, tutup aplikasi sesuai prosedur dan matikan komputer jika diperintahkan.

 ITS

Lampiran 2. Precautions



The poster features a teal background with a black header and footer. At the top left, there are two logos: the ITS Laboratory logo and a blue gear icon with 'INSTRUMENTATION ITS' text. The main title 'PRECAUTIONS' is in large white letters on a black background. Below it, a black box contains the text 'Your Safety is Our Priority' and 'Selalu patuhi standar keselamatan berikut:'. The center of the poster is a light gray area with six safety icons and their corresponding text. The icons are: a lightning bolt in a triangle, a control panel, a hand with a slash, a food and drink with a slash, a flame, and a safety shoe. The footer has a black box with the text 'STAY SAFE, ZERO ACCIDENT!' in red.

PRECAUTIONS

Your Safety is Our Priority
Selalu patuhi standar keselamatan berikut:

- 
Make sure your hands are dry when touching electrical devices to prevent shock.
- 
Do not operate the plant without training and permission from the practical assistant.
- 
Do not touch cables or electrical panels without the assistant's permission.
- 
Do not bring food and drinks when operating the plant.
- 
Be careful because the object is flammable.
- 
Make sure to wear safety shoes before starting the practicum.

STAY SAFE, ZERO ACCIDENT!

Lampiran 3. Job Safety Analysis

	JOB SAFETY ANALYSIS	NO. DOC	JSA/DOC/04/25
		NO. REVISI	1
		TANGGAL EFEKTIF	28 April 2025
		Hal	1 of 1

No. JSA : NRP-P1-PSKP

Nama Pekerjaan: (Judul Praktikum)

User : (Nama Praktikan)

APD :

1. Helm Safety

2. Sepatu Safety

3. Masker

4. Sarung Tangan

5. Seragam Lengan Panjang

Lokasi	Urutan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Upaya Pengendalian

Diketahui oleh

(_____)

Laboran Laboratorium I&C

ITS

Lampiran 4. Permit to Work

		INSTRUMENTATION AND CONTROL LABORATORY			
PERMIT TO WORK FOR AREA A					
Doc No.	Rev.	Healthy Safety Environment		Page 1 of..	
PERMIT TO WORK Surat Izin Kerja				Date / Tanggal : Facility / Fasilitas : No of work Permit :	
• Hot Work Pekerjaan Panas	• Cold Work Pekerjaan Dingin	• Energy Isolation Isolasi Energi	• Confined Space Bekerja di ruang terbatas	• Critical Lift Pengangkatan Kritis	
I. Description / Location of Job / Uraian/ Lokasi Pekerjaan					
_____ _____ _____					
No. of Worker (NRP)		II. Validity of Work Permit / Masa Berlaku Izin Kerja			
Work Permit Applicant / Pemohon		Date / Tanggal Fromhrs To.....hrs			
Work Permit Holder / Pemegang Lain Kerja		Sign / Tanda Tangan Authorized Person / Penanggung jawab			
3. Isolation / Isolasi		Electrical Mechanical		Check if applicable and explain below Jelaskan mohon dibawah ini :	
_____ _____					
4. Work of Permit Requirement/ Pernyataan lain Kerja		• JSA & Risk Assessment • Work Method	• Drawing Activity • As Build Drawing	• Rigging Plan • Underground Composite	
5. Hazards (Check The hazard and Required Precaution / Beri Tanda Pada Bahaya dan Pencegahannya)					
• Electrical Hazard • Working at Haight	• Chemical Hazard • Fire and Explotion Hazard • Mechanical Hazard • Slips, trips, and Fails	• Noise Hazard • Pressure hazard • Radiation Hazard • Biological Hazard	• Hot Work Hazard • Confined Space Hazard		

Other Hazard/ Bahasa Lainnya

Precautions :

- ☐ Keep Hands Dry
- ☐ Permission before operating
- ☐ Don't touch cables or panels without approval
- ☐ Avoid flammable items
- ☐ No food or drinks
- ☐ Wear safety shoes

Other Precautions / Bahaya Lainnya

Lampiran 5. Minutes of Meeting (MOM)

Subject	
Vanue, Date & Time	
Attendee:	Division
Summary of Discussion	
Actions Points	

Lampiran 6. Format Laporan Praktikum

COVER

REVISION HISTORICAL SHEET

DAFTAR ISI

DASAR TEORI

- Berisi teori-teori yang relevan dengan topik praktikum.
- Setiap teori harus dijelaskan dengan bahasa ilmiah dan didukung oleh sumber referensi terpercaya.
- Penulisan kutipan atau referensi di dalam teks menggunakan **APA Style**.
- Paragraf rata kanan-kiri (**justify**), **spasi 1,15**, dan **font Times New Roman ukuran 12**.

METODE PERCOBAAN

- Jelaskan langkah-langkah praktikum secara sistematis dan urut.
- Sertakan informasi alat dan bahan yang digunakan.
- Format penulisan sama seperti poin sebelumnya (**justify**, **spasi 1,15**, **font TNR 12**).

HASIL PERCOBAAN

- Menyajikan data hasil pengamatan secara objektif.
- Gunakan tabel atau grafik jika diperlukan untuk memperjelas data.
- Setiap tabel/grafik diberi nomor dan judul.
- Penjelasan data ditulis di bawah tabel/grafik dengan format standar (**justify**, **spasi 1,15**, **font TNR 12**).

ANALISA

- Uraikan hasil praktikum berdasarkan teori yang telah dijelaskan di bagian dasar teori.
- Sertakan analisis penyebab hasil yang diperoleh, serta kemungkinan kesalahan dan faktor lain yang memengaruhi.
- Tulis dengan paragraf rapi (**justify**), **spasi 1,15**, dan **font TNR 12**.

KESIMPULAN

- Tulis poin-poin penting dari hasil analisis secara ringkas dan jelas.
- Hindari memasukkan informasi baru yang belum dibahas sebelumnya.
- Format penulisan tetap sama (**justify**, **spasi 1,15**, **font TNR 12**).

DAFTAR PUSTAKA

- Memuat semua sumber yang dirujuk dalam laporan.
- Ditulis sesuai dengan **APA Style** (contoh: buku, jurnal, dan situs web ilmiah).
- Diurutkan secara alfabetis berdasarkan nama belakang penulis pertama.
- **Spasi 1,15**, **font Times New Roman 12**, paragraf **justify**.

Link Kebutuhan Praktikum: