

MODUL PRAKTIKUM

PREDICTIVE MAINTENANCE
VI231628



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
PENDAHULUAN	3
Aturan Kerja Laboratorium SIS	3
Aturan Keamanan Laboratorium SIS	4
Panduan Berkegiatan di Laboratorium	5
Sanksi Pelanggaran Aturan	6
Denah Laboratorium Safety Instrumented System	6
TEKNIS PRAKTIKUM	7
Prosedur Penggunaan Alat dan Bahan	7
Prosedur Penanganan Kondisi Darurat	16
Prosedur Pembuangan Sampah dan Limbah Eksperimen	16
PROSEDUR KEDATANGAN	18
Kebutuhan Saat di LAB SIS	18
Prosedur Kedatangan di LAB SIS	18
PROSEDUR PRAKTIKUM	20
P1 Analisis Getaran Komponen Mekanis dengan Identifikasi Kerusakan (Misalignment, Unbalance , Looseness, Resonansi) Menggunakan Simulasi FFT di MATLAB	23
P2 Analisis Visual Oli Pelumas dengan Metode Tribologi Kualitatif	26
P3 Temperature Transmitter	29
P4 Preventive Maintenance pada Control Valve	31
P5 Preventive Maintenance pada Modul Trainer Standing Hydraulic	38
LAMPIRAN	43
Lampiran 1. Safety Induction	43
Lampiran 2. Precaution	44
Lampiran 3. JSA (job safety analysis)	45
Lampiran 4. Permit to work	46

PENDAHULUAN

Predictive Maintenance (PdM) atau pemeliharaan prediktif merupakan pendekatan pemeliharaan modern yang mengandalkan data kondisi aktual dari suatu peralatan untuk memprediksi waktu kegagalan dan merencanakan tindakan perawatan secara optimal. Konsep ini menjadi salah satu pilar penting dalam penerapan industri 4.0 karena mendukung peningkatan efisiensi, keandalan, dan umur pakai mesin secara berkelanjutan.

Dalam dunia industri, kerusakan mendadak pada mesin-mesin produksi dapat menyebabkan downtime yang mahal dan merugikan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai teknik prediksi kegagalan sangat diperlukan, khususnya yang berbasis pemantauan kondisi seperti analisis getaran dan tribologi. Praktikum ini dirancang untuk memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam melakukan dua metode utama predictive maintenance yang banyak digunakan di industri: **analisis data getaran** dan **analisis visual oli (tribologi)**. Praktikum terdiri dari dua sesi utama:

1. Praktikum Analisis Data Getaran

Getaran merupakan salah satu indikator utama dalam memantau kondisi mesin berputar seperti motor listrik, pompa, dan bearing. Perubahan dalam pola getaran dapat menjadi tanda awal adanya kerusakan mekanik seperti ketidakseimbangan, misalignment, atau keausan bantalan.

Dalam sesi ini, mahasiswa akan:

- Mempelajari dasar teori getaran mesin dan parameter penting seperti amplitudo, frekuensi, dan spektrum getaran.
- Melakukan analisis data menggunakan software terkait untuk mengidentifikasi tanda-tanda awal kerusakan pada mesin.
- Membandingkan hasil pengukuran dengan standar ISO 10816 atau referensi industri lainnya untuk penilaian tingkat keparahan.

2. Praktikum Tribologi – Analisis Visual Oli Sepeda Motor

Tribologi adalah studi tentang gesekan, pelumasan, dan keausan antar permukaan yang bersinggungan. Salah satu pendekatan sederhana namun efektif dalam predictive maintenance adalah analisis oli pelumas. Kondisi oli dapat mencerminkan kondisi internal mesin dan mengindikasikan keausan komponen.

Dalam sesi ini, mahasiswa akan:

- Mempelajari prinsip tribologi dan peran pelumasan dalam mencegah kerusakan mesin.
- Melakukan pengambilan sampel oli bekas dari mesin sepeda motor.
- Melakukan inspeksi visual terhadap oli (warna, viskositas relatif, kejernihan, dan kontaminan) menggunakan metode sederhana namun representatif.
- Mengidentifikasi kemungkinan jenis kerusakan seperti overheating, kontaminasi partikel logam, atau degradasi pelumas berdasarkan kondisi oli.

Melalui kedua praktikum ini, mahasiswa diharapkan tidak hanya memahami teori tetapi juga memperoleh keterampilan teknis dan analitis yang diperlukan dalam penerapan predictive maintenance di lapangan. Pengalaman ini akan membekali mahasiswa dengan kemampuan

untuk melakukan diagnosis dini terhadap kondisi mesin, mendukung pengambilan keputusan pemeliharaan yang tepat, serta meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional industri.

Aturan Kerja Laboratorium SIS

Tata tertib laboratorium ini digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan operasional dan layanan laboratorium di Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi-ITS. Tata tertib laboratorium wajib dipatuhi dan dilaksanakan oleh seluruh pengguna laboratorium dalam berkegiatan di laboratorium.

1. Operasional dan layanan laboratorium tersedia pada hari Senin – Jumat pukul 08.00 – 16.00 WIB. Kegiatan di luar waktu tersebut wajib menggunakan perijinan khusus.
2. Operasional dan layanan laboratorium dilaksanakan sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan.
3. Operasional dan layanan laboratorium dapat melalui teknisi laboratorium.
4. Pengguna laboratorium wajib menggunakan pakaian standar perkuliahan rapi dan sopan saat berkegiatan di laboratorium.
5. Pengguna laboratorium dilarang makan, minum, dan merokok di laboratorium.
6. Pengguna laboratorium wajib melepas dan menyimpan alas kaki pada tempat yang telah tersedia, serta menggunakan alas kaki khusus yang telah tersedia di laboratorium.
7. Pengguna laboratorium wajib menjaga keamanan, ketertiban, kebersihan, kerapihan, dan keselamatan saat berkegiatan di laboratorium.
8. Pengguna laboratorium wajib membersihkan dan merapikan area kerja, serta mengembalikan peralatan yang digunakan dalam keadaan baik sesuai keadaan semula.
9. Pengguna laboratorium yang melanggar tata tertib akan dikenakan sanksi pencabutan ijin/akses menggunakan laboratorium.

Aturan Keamanan Laboratorium SIS

Untuk menjaga keamanan laboratorium, pengguna wajib mematuhi beberapa poin berikut:

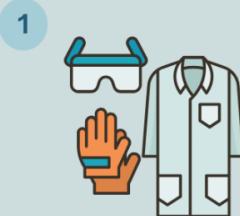
1. Laporkan semua kejadian kecelakaan, cedera, dan kerusakan alat kepada laboran/asisten laboratorium dengan segera.
2. DILARANG bersenda gurau atau tidur di dalam laboratorium.
3. DILARANG mengkonsumsi makanan dan minuman selama praktikum.
4. WAJIB mengetahui lokasi alat pengaman/safety tools (Kotak P3K, safety shower, eye wash, spill kit, wastafel, kacamata pengaman, sepatu pengaman, sarung tangan tahan panas, dsb).
5. WAJIB memahami metode dan cara penggunaan alat sebelum melakukan eksperimen di dalam laboratorium.
6. Gunakan pakaian beserta alas kaki yang aman saat berada di dalam ruang eksperimen.
7. Gunakan APD yang layak dan sesuai dengan benar saat melakukan eksperimen.

8. WAJIB mengikat rambut yang memiliki ukuran panjang mencapai dagu/lebih ke belakang kepala.
9. DILARANG menjalankan alat yang bersifat ilegal (tanpa izin).
10. DILARANG KERAS membuang limbah sembarangan. Pahami tempat pembuangan limbah yang sesuai sebelum melakukan eksperimen.
11. Tinggalkan catatan saat menggunakan alat dalam jangka waktu lama sebagai penanda/pengingat/peringatan bagi pengguna lain.
12. Bekerja dengan tenang dan bijak. Tetap bersikap siaga saat melakukan eksperimen di dalam laboratorium.
13. Bersih dan rapikan tempat kerja pasca melakukan eksperimen dan sebelum meninggalkan tempat kerja.

Panduan Berkegiatan di Laboratorium



PANDUAN BERKEGIATAN DI LABORATORIUM



Gunakan APD



Perhatikan tanda
bahaya



Patuhi safety induction.



Dilarang menjalankan alat
laboratorium tanpa izin
atau pengawasan.



Jaga kebersihan
ruang kerja.



Hati-hati dengan barang-
barang pecah belah dan
mudah terbakar.



Jangan tinggalkan alat
yang sedang berjalan
tanpa pengawasan.



Laksanakan kegiatan
sesuai dengan prosedur
yang berlaku



Mengembalikan peralatan
dan bahan ke tempat
semula

Sanksi Pelanggaran Aturan

Pengguna laboratorium yang melanggar tata tertib akan dikenakan sanksi pencabutan ijin/akses menggunakan laboratorium.

Denah Laboratorium Safety Instrumented System



Keterangan :

1. Ruangan dan Fungsinya:
 - **Working Space (Ruang Kerja)** : Area kerja utama dilengkapi dengan beberapa meja dan kursi.
 - **Staff Room (Ruang Staff)** : Ruangan khusus staf dengan meja, kursi dan beberapa fasilitas penyimpanan.
 - **Research Room (Ruang Penelitian)** : Ruangan ini dilengkapi dengan meja dan kursi untuk mendukung kegiatan diskusi atau eksperiment (praktikum).
 - **Toilet** : Fasilitas kamar kecil di dekat pintu masuk.
2. Elemen Dalam Denah (Warna)
 - **Abu-abu** menunjukkan area storage (penyimpanan), beberapa area ditandai sebagai tempat penyimpanan alat dan bahan.
 - **Merah** menunjukkan lokasi alat pemadam kebakaran, kotak P3K, dan panel listrik berada dibeberapa titik strategis.
 - **Kuning** menunjukkan area simulasi atau miniplant tersebar di beberapa bagian laboratorium
 - **Hijau** menunjukkan lokasi tempat pembersihan yang berada di dekat toilet untuk kebersihan dan keamanan laboratorium

TEKNIS PRAKTIKUM

Prosedur Penggunaan Alat dan Bahan

Sebelum menggunakan alat dan bahan untuk melakukan eksperimen cek ketersediaan alat dan bahan. Perhatikan dan pahami cara penggunaan alat sebelum digunakan untuk melaksanakan praktikum. Berikut merupakan standar operasional peralatan di Laboratorium SIS.

1. Kompresor



A. Tahap Persiapan

1. Periksa kondisi fisik kompresor, pastikan tidak ada kebocoran udara
2. Pastikan daya listrik mencukupi atau periksa tekanan gas jika menggunakan kompressor berbasis gas
3. Periksa dan isi oli jika diperlukan
4. Sesuaikan tekanan keluaran menggunakan regulator

B. Tahap Penggunaan

1. Hidupkan kompresor dan biarkan beberapa saat hingga mencapai tekanan kerja
2. Hubungkan selang udara ke alat yang membutuhkan suplai udara bertekanan
3. monitor tekanan selama penggunaan untuk memastikan stabilitas

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan kompresor dan lepaskan tekanan sisa dari sistem
2. Simpan alat di tempat yang kering dan aman
3. Bersihkan bagian luar alat dan periksa apakah ada kebocoran atau kerusakan untuk pemeliharaan

2. Pump



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan pompa berada dalam kondisi baik, tanpa kebocoran dan terpasang dengan benar
2. Periksa sumber daya pompa dan pastikan cukup aman untuk menggerakkan pompa
3. Pastikan selang masuk dan keluar dalam kondisi baik dan tidak tersumbat

B. Tahap Penggunaan

1. Hidupkan pompa dengan menyalakan sakelar daya
2. Pastikan aliran fluida berjalan sesuai kebutuhan dan tidak ada kebocoran
3. Cek tekanan dan suhu untuk mencegah overheat atau kerusakan pada komponen
4. Pastikan lingkungan sekitar pompa aman dan tidak ada gangguan

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan pompa dengan mematikan sakelar daya
2. Periksa kembali kondisi pompa setelah digunakan
3. Bersihkan bagian luar serta dalam dan periksa apakah ada kebocoran atau kerusakan untuk pemeliharaan

3. Kompresor 3 Fasa



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tidak ada kerusakan pada bodi, pipa udara, dan tangki penyimpanan. Periksa level oli (jika menggunakan kompresor pelumas oli). Pastikan filter udara dalam kondisi bersih untuk kinerja optimal.

2. Pastikan sumber daya listrik sesuai dengan spesifikasi kompresor (**380V / 400V / 415V, 3 fasa**). Periksa sambungan kabel, terminal, dan sistem proteksi seperti **MCB (Miniature Circuit Breaker)** dan **thermal overload relay**. Gunakan **kontaktor** dan **relay pengaman** untuk mencegah arus berlebih.
3. Periksa sambungan selang dan pipa untuk memastikan tidak ada kebocoran. Pastikan **pressure relief valve** berfungsi untuk mencegah tekanan berlebih.

B. Tahap Penggunaan

1. Hidupkan daya listrik dan tekan tombol **Start**.
2. Amati **pressure gauge** dan pastikan tekanan meningkat secara normal.
3. Jangan biarkan tekanan melebihi batas yang direkomendasikan.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Tekan tombol **Stop** sebelum memutus daya dari panel listrik.
2. Jangan langsung mematikan dari **MCB**, kecuali dalam keadaan darurat.
3. Buka **drain valve** untuk mengeluarkan air yang terbentuk dari udara terkompresi.
4. Lakukan ini secara rutin untuk mencegah korosi pada tangki.
5. Cek kondisi **seal, gasket, dan katup** untuk memastikan tidak ada kebocoran udara.

4. Pneumatic Control Valve



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tidak ada kerusakan fisik pada body valve, actuator, atau bagian koneksi.
2. Bersihkan valve dari debu, kotoran, atau partikel yang bisa mengganggu kerja mekanisme.
3. Pastikan kontrol pneumatik seperti solenoid valve atau regulator tekanan sudah siap digunakan.
4. Jika valve menggunakan positioner, pastikan sudah dikalibrasi.

B. Tahap Penggunaan

1. Buka katup suplai udara secara perlahan dan pastikan tekanan stabil.
2. Gunakan sinyal kontrol untuk membuka atau menutup valve sesuai kebutuhan. Pastikan valve merespons dengan cepat dan tanpa hambatan.

3. Amati apakah valve bekerja dengan lancar, tanpa suara abnormal atau kebocoran udara.
4. Jika menggunakan positioner, pastikan posisi valve sesuai dengan sinyal input.
5. Jika respon valve lambat atau tidak presisi, periksa tekanan suplai dan setting kontrol.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Tutup suplai udara jika valve tidak digunakan dalam waktu lama.
2. Cek apakah ada kebocoran di sekitar koneksi atau actuator.
3. Jika perlu, bersihkan bagian dalam valve untuk menghindari penumpukan kotoran.
4. Periksa seal dan diaphragm untuk memastikan tidak ada kebocoran udara.

5. Tachometer



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tachometer dalam kondisi baik tanpa kerusakan fisik
2. Periksa apakah sensor atau probe dalam keadaan bersih dan tidak rusak
3. Nyalakan tachometer dan pastikan layar tampilan tidak menunjukkan error atau indikator baterai lemah

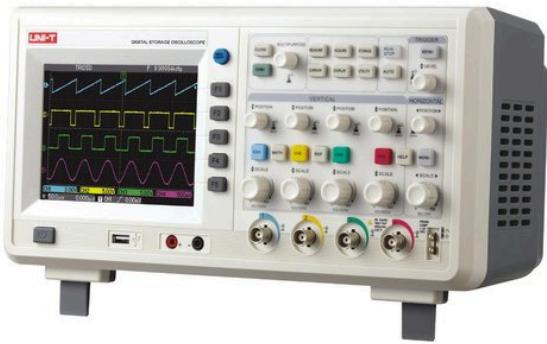
B. Tahap Penggunaan

1. Arahkan sinar laser atau sensor optik ke reflektif tape pada poros yang berputar
2. Pastikan sudut sensor tegak lurus dengan poros agar hasil lebih akurat
3. periksa apakah ada indikator kesalahan atau nilai yang tidak masuk akal

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Jika menggunakan tachometer laser, matikan alat sebelum menyimpannya untuk menghemat daya
2. Simpan tachometer di tempat yang kering dan terlindung dari benturan untuk menjaga keakuratannya
3. Jika tachometer menunjukkan hasil yang tidak akurat, lakukan kalibrasi sesuai prosedur pabrikan

6. Digital Osiloscope



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan osiloskop dalam kondisi baik, tidak ada kerusakan fisik atau layar yang bermasalah
2. Periksa probe dengan menghubungkannya ke terminal kalibrasi pada osiloskop dan pastikan gelombang yang muncul adalah sinyal kotak yang stabil
3. Hubungkan probe ground ke titik ground pada rangkaian yang diukur untuk menghindari gangguan sinyal atau risiko tegangan berlebih

B. Tahap Penggunaan

1. Hubungkan probe channel 1 (CH1) ke titik pengukuran sinyal
2. Jika mengukur lebih dari satu sinyal, gunakan channel tambahan (CH2, CH3, dst.) dengan ground yang sama
3. Simpan atau tangkap sinyal menggunakan fitur Save/Export jika perlu didokumentasikan

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Hentikan pengukuran sebelum melepaskan probe dari rangkaian
2. Matikan osiloskop setelah selesai digunakan untuk menghemat daya dan memperpanjang umur alat
3. Lepaskan probe dengan hati-hati dan gulung kabel dengan rapi
4. Bersihkan layar dan bodi osiloskop dari debu atau kotoran menggunakan kain lembut

7. Signal Generator



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan signal generator disambungkan ke sumber daya listrik
2. Sambungkan probe atau kabel output ke perangkat yang akan diuji
3. Pilih jenis gelombang (sinusoidal, square, triangle, dll)

B. Tahap Penggunaan

1. Nyalakan signal generator dengan menekan tombol daya dan tunggu hingga perangkat siap digunakan.
2. Gunakan kontrol atau menu untuk menyesuaikan frekuensi, amplitudo dan jenis sinyal
3. Pastikan sinyall masuk ke perangkat yang diuji
4. Amati respons perangkat terhadap sinyal yang diberikan

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan signal generator dengan menekan tombol daya
2. Lepaskan koneksi kabel dengan aman untuk mencegah kerusakan
3. Gulung kabel dengan rapi dan simpan ditempat yang kering dan terlindung dari debu

8. Digital Turbine Flow Meter



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan digital turbine flow meter berada dalam kondisi yang baik dan tidak ada kerusakan fisik
2. Pastikan pipa input serta output bersih tanpa adanya sumbatan

B. Tahap Penggunaan

1. Nyalakan sumber daya dan tunggu hingga indikator siap
2. Pastikan nilai pengukuran tetap dalam rentang yang diharapkan

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan sumber daya dan pastikan digital turbine flow meter masih berada dalam kondisi yang baik
2. Bersihkan bagian dalam flow meter untuk mencegah endapan kotoran atau kerak yang dapat mengganggu rotasi turbin.

9. Pressure Gauge



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan pressure gauge berada dalam kondisi yang baik dan tidak ada kerusakan fisik
2. Jika diperlukan, gunakan sealant atau gasket untuk mencegah kebocoran

B. Tahap Penggunaan

1. Baca nilai tekanan secara berkala sesuai dengan satuan yang digunakan (misalnya PSI, bar, atau kPa)
2. Pastikan jarum Pressure Gauge analog bergerak dengan lancar tanpa loncatan
3. Periksa display pada Pressure Gauge digital untuk memastikan tidak ada kesalahan pembacaan atau gangguan daya

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Bersihkan Pressure Gauge dari debu, minyak, atau kotoran yang dapat mengganggu pembacaan
2. Pastikan tidak ada sumbatan pada port tekanan yang dapat menyebabkan pengukuran tidak akurat
3. Periksa adanya tanda-tanda keausan atau kerusakan, seperti kebocoran, perubahan warna, atau tampilan layar yang buram

10. Digital Multimeter



A. Tahap Persiapan

1. Periksa kondisi fisik alat dan pastikan alat dapat menyala dan dapat menunjukkan nilai dari layar

2. Pastikan baterai DMM dalam kondisi baik dan tidak lemah

B. Tahap Penggunaan

1. Sambungkan probe merah ke terminal VΩmA (untuk pengukuran tegangan, resistansi, atau arus kecil) atau ke terminal 10A (untuk pengukuran arus besar)
 2. Sambungkan probe hitam ke terminal COM (common ground)
 3. Pastikan koneksi kuat dan tidak longgar
 4. Lakukan pengukuran tegangan, pengukuran arus, pengukuran resistansi, pengujian kontinuitas, pengujian dioda, dan pengukuran kapasitansi
- C. Tahap Pasca Penggunaan
1. Setelah selesai digunakan, putar selector switch ke posisi **OFF** (jika tersedia) untuk menghemat daya baterai
 2. Gulung kabel probe dengan rapi agar tidak cepat rusak
 3. Bersihkan bagian layar dan bodi dengan kain lembut agar tetap bersih dan mudah dibaca
 4. Periksa baterai secara rutin dan gantilah jika lemah atau bocor

11. PLC Mitsubishi



- A. Tahap Persiapan
1. Pastikan semua modul tambahan (misalnya, modul ekspansi atau komunikasi) sudah terpasang dengan benar.
 2. Periksa koneksi dengan perangkat lain seperti sensor, aktuator, atau HMI (Human Machine Interface).
 3. Gunakan software pemrograman Mitsubishi seperti GX Works2 / GX Developer. Pastikan PLC sudah dikonfigurasi sesuai kebutuhan sistem.
 4. Pastikan PLC dalam mode RUN jika sudah siap digunakan.
- B. Tahap Penggunaan
1. Pastikan PLC dalam mode RUN jika sudah siap digunakan. Jika perlu pemrograman ulang, ubah ke mode STOP atau PROGRAM.
 2. Jika ingin mengunggah program dari PLC ke komputer (upload), pastikan PLC dalam mode yang sesuai. Jika ingin men-download program baru ke PLC, pastikan tidak ada kesalahan pada program.
 3. Gunakan fitur monitoring di GX Works2/GX Developer untuk melihat status input, output, dan register. Jika ada kesalahan atau alarm, gunakan diagnostic tools untuk analisis.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Simpan program terbaru di komputer sebagai backup jika diperlukan nanti. Dokumentasikan perubahan yang dilakukan untuk referensi di masa depan.
2. Jika PLC tidak digunakan dalam waktu lama, matikan daya dengan prosedur yang aman. Jika sistem harus selalu menyala, pastikan lingkungan operasional tetap stabil.
3. Periksa kondisi hardware seperti kabel, terminal, dan modul secara berkala. Bersihkan PLC dari debu untuk mencegah gangguan pada sistem. Pastikan baterai PLC (jika ada) masih dalam kondisi baik agar program tidak hilang saat mati daya.

12. Photosynthesis Active Radiation Meter

A. Tahap Persiapan

1. Pastikan sensor PAR dalam kondisi baik, bersih, dan bebas dari debu atau kotoran.
2. Jika menggunakan PAR meter digital, pastikan baterai memiliki daya yang cukup.
3. Hindari penghalang yang dapat mempengaruhi pembacaan cahaya.

B. Tahap Penggunaan

1. Jika perangkat memiliki layar digital, pastikan tampilan berfungsi dengan baik.
2. Arahkan sensor ke arah sumber cahaya atau letakkan di lokasi target.
3. Pastikan sensor berada dalam posisi stabil untuk mendapatkan pembacaan yang akurat.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Jika menggunakan PAR meter digital, matikan untuk menghemat daya baterai.
2. Lap sensor dengan kain lembut jika terkena debu atau kotoran.
3. Simpan di tempat yang kering dan jauh dari paparan sinar matahari langsung saat tidak digunakan.

13. Solenoid Valve



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tidak ada kerusakan fisik pada body valve, coil, atau port koneksi. Bersihkan bagian luar untuk menghindari debu atau kotoran yang bisa menghambat kerja valve.
2. Pastikan Spesifikasi sesuai

3. Tegangan Coil pastikan solenoid valve sesuai dengan sumber daya yang tersedia (DC 12V, 24V, atau AC 110V, 220V). Tekanan Operasi 0.15 – 0.8 MPa
4. Tipe Cairan atau Gas pastikan fluida yang digunakan kompatibel dengan material valve.
5. Siapkan selang atau pipa dengan ukuran yang sesuai untuk port 1/4 inci.
6. Pastikan aliran udara atau fluida bersih dan bebas dari kotoran yang dapat menyumbat valve.

B. Tahap Penggunaan

1. Sambungkan coil solenoid ke sumber daya sesuai spesifikasinya (DC atau AC). Pastikan tidak ada hubungan singkat atau kabel longgar.
2. Berikan sinyal listrik ke solenoid dan perhatikan apakah valve bekerja dengan baik. Pastikan aktuator atau silinder pneumatik menerima tekanan yang sesuai.
3. Cek apakah ada kebocoran udara atau fluida di sekitar koneksi. Jika ada kebocoran, periksa sambungan dan pastikan sudah dikencangkan dengan benar.
4. Amati kinerja solenoid valve selama penggunaan untuk memastikan respons yang cepat dan akurat. Jika ada delay atau valve macet, bersihkan dan cek kembali sistem.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Lepaskan koneksi listrik untuk menghindari pemanasan coil yang tidak perlu.
2. Jika ada debu atau kotoran, bersihkan dengan udara bertekanan atau lap kering. Periksa apakah ada bagian yang aus atau rusak.
3. Jika valve akan disimpan dalam waktu lama, pastikan tidak ada sisa fluida atau kotoran dalam sistem.
4. Jika valve dilepas, simpan di tempat kering dan hindari kontak langsung dengan kelembapan tinggi. Dokumentasikan kondisi dan pemeliharaan terakhir jika digunakan untuk sistem industri.

Prosedur Penanganan Kondisi Darurat

Laboratorium merupakan salah satu contoh tempat/lokasi dengan berbagai macam bahaya yang berpotensi menyebabkan suatu keadaan/kondisi darurat. Keadaan darurat di dalam laboratorium dapat terbagi menjadi 2 jenis yaitu : kecelakaan, dan bencana alam. Ikuti langkah berikut dengan seksama.

A. Keadaan Darurat karena Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja dalam laboratorium menyebabkan bahaya seperti terkena benda panas/tajam, kerusakan sambungan listrik, kebakaran, tersengat listrik, dan lain-lain. Saat mengalami kecelakaan ketika bekerja di dalam laboratorium, langkah pertama dan utama yang harus dilakukan adalah tetap tenang.

- 1. Apabila terjadi reaksi/arus pendek yang menyebabkan kebakaran :**
DILARANG KERAS menyiram api menggunakan air. Jika kebakaran disebabkan oleh arus pendek, putuskan sambungan listrik terlebih dahulu sebelum memadamkan api. Gunakan APAR (Alat Pemadam Api Ringan)/kain basah untuk memadamkan api.
- 2. Jika terdapat kulit yang mengalami luka bakar dalam jumlah dan ukuran kecil :** bilas menggunakan air bersih yang mengalir, letakkan es batu/air dingin sekitar luka, lalu obati dengan analgesik (salep/larutan rivanol). Hubungi petugas untuk pengobatan lebih lanjut.
- 3. Jika terdapat kulit yang mengalami luka akibat benda tajam dalam jumlah dan ukuran kecil :** bersihkan luka menggunakan air bersih yang mengalir untuk memastikan tidak ada kotoran yang tertinggal dalam luka, oleskan larutan antiseptik di sekitar luka dan tutup dengan plester.
- 4. Jika terdapat luka yang cukup parah akibat kecelakaan kerja :** segera hubungi petugas untuk segera dibawa ke rumah sakit

B. Keadaan Darurat karena Bencana Alam

Bencana alam yang dapat menyebabkan keadaan darurat di dalam laboratorium SIS antara lain : kebakaran, gempa bumi, badai, dll. Setiap bencana alam memiliki prosedur keselamatan yang berbeda sebagai berikut:

- 1. Kebakaran :** jika masih sempat maka jauhkan bahan kimia yang mudah terbakar dari dalam laboratorium dan matikan semua perangkat listrik. Keluar dari laboratorium secara bergantian dan teratur. Jika asap sudah banyak tersebar dalam ruangan, tutup hidung dengan lengan baju anda dan berjalan dengan cara merangkak ke arah luar ruangan menuju pintu atau titik evakuasi. Membasahi beberapa bagian tubuh menggunakan air dapat mengurangi potensi terkena luka bakar. Tetap berhati-hati dengan kobaran api yang masih menyebar.
- 2. Gempa Bumi :** berlindung di bawah meja yang dapat menahan beban reruntuhan. Keluar dari ruangan dengan berhati-hati, bergantian, dan teratur. Gunakan selembar papan jika ada untuk melindungi diri dari reruntuhan saat keluar dari ruangan dan berjalan ke titik evakuasi.
- 3. Badai :** siapkan pencahayaan cadangan dan pastikan semua pintu serta jendela tertutup rapat guna melindungi dari benda-benda asing yang terbang akibat tertutup

angin. Matikan seluruh sambungan listrik untuk mengurangi risiko kerusakan pada alat laboratorium.

Prosedur Pembuangan Sampah dan Limbah Eksperimen

Sampah/limbah hasil eksperimen memiliki prosedur tersendiri dalam pengolahannya. Berdasarkan bentuknya, limbah dibedakan menjadi 2 kategori : padatan dan cairan. Limbah padatan terbagi menjadi : limbah barang pecah belah, limbah padatan kering, dan limbah medis (sarung tangan dan masker). Sedangkan limbah cair terbagi menjadi : limbah pelarut dan limbah bahan beracun dan berbahaya (B3). **DILARANG KERAS MEMBUANG SAMPAH/LIMBAH KE WASTAFEL DAN SELOKAN.**

PROSEDUR KEDATANGAN

Kebutuhan Saat di LAB SIS

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 asisten 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.

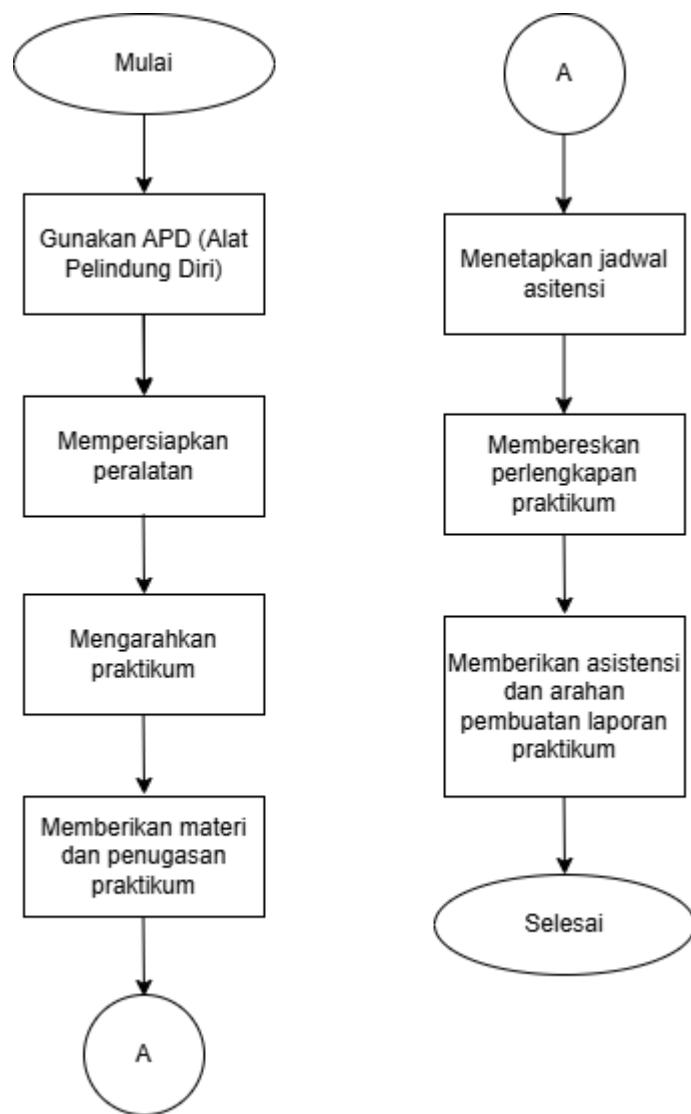
Prosedur Kedatangan di LAB SIS

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. Demi keamanan pelaksanaan praktikum, pahami metode eksperimen yang digunakan sebelum melakukan eksperimen.
3. Saat menuju meja eksperimen, 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 meja eksperimen ketika telah selesai melakukan eksperimen 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.

PROSEDUR PRAKTIKUM

P1 : Analisis Getaran Komponen Mekanis dengan Identifikasi Kerusakan Menggunakan Simulasi FFT di MATHLAB

Vibrasi

Vibrasi atau getaran adalah gerakan bolak-balik dari suatu benda atau sistem mekanis yang terjadi secara periodik akibat adanya gaya luar atau sifat alami dari struktur itu sendiri. Dalam sistem mesin, vibrasi merupakan indikator penting untuk memantau kondisi komponen seperti motor, pompa, atau bantalan. Getaran yang berlebihan atau tidak normal dapat menunjukkan adanya masalah seperti *misalignment*, ketidakseimbangan, keausan, atau resonansi. Oleh karena itu, analisis getaran banyak digunakan dalam teknik pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*), karena mampu mendeteksi gejala awal kerusakan sebelum terjadi kegagalan total pada sistem.

Fast Fourier Transfer

Fast Fourier Transform (FFT) merupakan salah satu metode matematis yang digunakan untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Sinyal yang direkam berupa perubahan amplitudo terhadap waktu seringkali sulit untuk dianalisis secara langsung. Dengan menggunakan FFT, sinyal tersebut dapat diuraikan menjadi spektrum frekuensi, sehingga komponen-komponen frekuensi dominan yang terdapat dalam getaran dapat dikenali. Hal ini sangat berguna untuk mengidentifikasi jenis kerusakan atau ketidakteraturan mekanis, karena setiap jenis kerusakan umumnya memiliki pola frekuensi tertentu. FFT menjadi salah satu teknik paling efektif dalam pemrosesan sinyal getaran karena efisien dalam pemrosesan data dan memberikan hasil yang jelas dalam bentuk spektrum.

A. TAHAP PERSIAPAN

1. Setiap praktikan mempelajari metode *Fast Fourier Transfer* (FFT) dan fungsinya dalam domain frekuensi
2. Menyiapkan aplikasi Matlab atau mengakses Mathlab Online : <https://matlab.mathworks.com/>

B. TAHAP PRAKTIKUM

1. Membuka Mathlab Online dari link di atas
2. Login menggunakan akun dari kampus
3. Buat skrip baru (New Script > Simpan)
4. Masukkan kode program berikut :
 - a) Untuk inisialisasi dan parameter dasar

```
%% 1. Inisialisasi dan Parameter Dasar
rng default; % Untuk hasil acak yang tetap
fs = 20e3; % Frekuensi sampling (Hz)
Np = 13; % Jumlah gigi pinion
```

```

Ng = 35; % Jumlah gigi gear
fPin = 22.5; % Frekuensi rotasi pinion (Hz)
fGear = fPin * Np / Ng;% Frekuensi rotasi gear (Hz)
fMesh = fPin * Np; % Frekuensi mesh (Hz)
t = 0:1/fs:20; % 20 detik waktu simulasi

```

- b) Simulasi sinyal getaran

```

%% 2. Simulasi Sinyal Getaran
vfIn = 0.4 * sin(2*pi*fPin*t); % Sinyal dari pinion
vfOut = 0.2 * sin(2*pi*fGear*t); % Sinyal dari gear
vMesh = sin(2*pi*fMesh*t); % Sinyal mesh gigi
vibrationSignal = vfIn + vfOut + vMesh;

```

- c) Visualisasi sinyal di domain waktu

```

%% 3. Visualisasi Sinyal Domain Waktu
figure;
plot(t(1:1000), vibrationSignal(1:1000));
title('Sinyal Getaran - Domain Waktu');
xlabel('Waktu (s)');
ylabel('Amplitudo');

```

- d) Spektrum daya *Fast Fourier Transfer (FFT)*

```

%% 4. Spektrum Daya (FFT)
nfft = length(vibrationSignal);
f = fs*(0:(nfft/2))/nfft;
Y = fft(vibrationSignal);
P = abs(Y/nfft);
P1 = P(1:nfft/2+1);
P1(2:end-1) = 2*P1(2:end-1);
figure;
plot(f, P1);
title('Spektrum Daya Sinyal Getaran');
xlabel('Frekuensi (Hz)');
ylabel('Amplitudo');

```

- e) *Time-Synchronous Averaging (TSA)*

```

%% 5. Time-Synchronous Averaging (TSA)
T = 1 / fPin; % periode rotasi pinion
samplesPerRotation = round(T * fs);
numRotations = floor(length(vibrationSignal) / samplesPerRotation);
reshapedSignal =
reshape(vibrationSignal(1:numRotations*samplesPerRotation),
samplesPerRotation, []); =
tsaSignal = mean(reshapedSignal, 2);

```

```

t_tsa = (0:samplesPerRotation-1)/fs;
figure;
plot(t_tsa, tsaSignal);
title('Sinyal Setelah Time-Synchronous Averaging');
xlabel('Waktu (s)');
ylabel('Amplitudo');

f) Envelope Spectrum
%% 6. Envelope Spectrum
analyticSignal = hilbert(vibrationSignal); % transformasi Hilbert
envelope = abs(analyticSignal); % ekstraksi amlop
Y_env = fft(envelope);
P_env = abs(Y_env/nfft);
P1_env = P_env(1:nfft/2+1);
P1_env(2:end-1) = 2*P1_env(2:end-1);
figure;
plot(f, P1_env);
title('Envelope Spectrum');
xlabel('Frekuensi (Hz)');
ylabel('Amplitudo');

```

5. Setelah itu klik “Run Section” di toolbar atas
6. Modifikasi nilai Frekuensi sampling (fs), Jumlah gigi pinion (Np), dan Jumlah gigi gear (Ng) untuk mensimulasikan kerusakan tertentu sebanyak 3 kali variasi

C. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

1. Membandingkan antara hasil simulasi FFT dari berbagai skenario
2. Menjelaskan hubungan antara pola getaran dan jenis kerusakan

P2 Analisis Visual Oli Sepeda Motor (Visual Oil Inspection & Interpretation)

Tribologi merupakan ilmu yang mencakup interaksi permukaan yang bergerak relatif, dengan fokus pada gesekan, pelumasan, dan keausan. Dalam predictive maintenance, analisis kondisi oli menjadi salah satu metode paling ekonomis dan efektif untuk memantau kondisi internal mesin tanpa pembongkaran langsung.

Oli pelumas membawa banyak informasi mengenai kesehatan mesin karena berinteraksi langsung dengan komponen yang bergerak. Parameter seperti warna, kejernihan, bau, adanya kontaminan, hingga perubahan viskositas merupakan tanda-tanda penting dari degradasi pelumas atau kerusakan mekanis. Praktikum ini bertujuan untuk memberikan mahasiswa pengalaman dalam menganalisis kualitas pelumas secara visual dan menginterpretasikan hubungan antara kondisi oli dengan kerusakan aktual atau potensial dalam mesin pembakaran dalam.

Tujuan Praktikum

- Menganalisis perubahan fisik pada oli bekas (warna, viskositas, kejernihan, bau, kontaminan) menggunakan metode inspeksi visual sistematis.
- Mengkorelasikan hasil observasi oli terhadap potensi jenis kerusakan mekanis (sludge, overheating, metal fatigue, kontaminasi air, dll).
- Menyusun diagnosis awal terkait performa pelumasan dan kondisi mesin berdasarkan teori tribologi dan data observasi lapangan.
- Menyusun rekomendasi teknis berdasarkan hasil analisis, serta melakukan dokumentasi dan pelaporan ilmiah secara sistematis.

A. TAHAP PERSIAPAN

1. Setiap kelompok memilih satu sepeda motor milik anggota untuk digunakan dalam siklus pengamatan oli.
2. Karakterisasi Awal Mesin dan Pelumas
3. Catat spesifikasi sepeda motor:
Merek dan tipe
Jenis mesin (SOHC/DOHC), sistem pendingin (udara/cair), kapasitas mesin
Tahun pemakaian dan jam operasi rata-rata
4. Catat spesifikasi oli:
Merek dan tipe pelumas (mineral/sintetik/semi)
SAE Grade dan API service
Volume oli
Kilometer saat penggantian oli terakhir
5. Pengambilan Sampel Oli Awal (Baseline)
Ambil sampel oli kondisi mula mula (± 20 mL) d, disimpan dalam botol transparan berlabel.
Simpan dalam lingkungan terlindung dari sinar matahari langsung.

6. Periode Pemakaian
Oli digunakan selama 14 hari dengan pencatatan detail harian:
Jarak tempuh
Beban muatan
Jenis rute
7. Kecepatan rata-rata dan kondisi lalu lintas

B. TAHAP PRAKTIKUM

Pengambilan Sampel Oli Akhir Pengamatan

Setelah 14 hari, ambil oli dari sepeda motor menggunakan metode gravitasi dari mesin dingin.

Simpan ±50 mL dalam botol bening dan berlabel: “OLI BEKAS – Hari ke-14”.

Gunakan sarung tangan, hindari kontaminasi dari lingkungan luar.

Parameter	Metode Observasi
Warna	Bandingkan dengan sampel oli baru; gunakan latar belakang putih dan pencahayaan kuat. Dokumentasikan
Kejernihan	Amati tingkat tembus cahaya dari sampel; deteksi kekeruhan akibat jelaga atau partikel.
Bau	Deteksi bau terbakar (overheating) atau bau aneh (kontaminasi bensin/air).
Kontaminan	Lihat secara makroskopis adanya partikel logam, karbon, air.
Viskositas relatif	Lakukan drop test di permukaan kaca atau plastik datar, ukur radius sebaran tetesan.
Stabilitas	Kocok ringan sampel, amati kestabilan busa (indikasi surfaktan/oksidasi pelumas).

C. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

Setelah pelaksanaan praktikum dan pengambilan sampel oli, mahasiswa diwajibkan menyusun evaluasi akhir dalam bentuk checklist, analisis data, dan rekomendasi tindakan berdasarkan observasi kondisi pelumas dan interpretasi terhadap komponen mesin.

Checklist Evaluasi Predictive Maintenance

Centang atau isi sesuai dengan hasil evaluasi terhadap pelumas dan kondisi sistem pelumasan sepeda motor:

Komponen Evaluasi	Status/ Keterangan
Warna dan kejernihan oli	

Tanda kontaminan (logam, air, karbon)	
Bau oli	
Viskositas relatif	
Estimasi sisa umur pakai pelumas (RUL)	
Perilaku berkendara memengaruhi kualitas?	
Kebutuhan penggantian oli segera?	
Perlu pemeriksaan lanjut komponen mesin?	
Saran perubahan jenis oli	
Jenis pelumas saat ini sesuai spesifikasi?	
Komponen mesin (yang berkaitan dengan oli)	
Tindakan yang disarankan	

Berikan lampiran foto saat melakukan percobaan

P3 Temperature Transmitter

- **Temperature Transmitter**

Temperature transmitter adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur suhu dan mengubahnya menjadi sinyal listrik atau sinyal analog yang dapat dibaca oleh instrumen pengukur atau sistem pengendali. Transmitter suhu biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi industri, seperti dalam sistem pemanasan, pendinginan, proses kimia, manufaktur, dan banyak lagi. Komponen utama dari temperature transmitter adalah sensor suhu. Sensor ini, seperti RTD atau termokopel, menghasilkan sinyal listrik sebagai respons terhadap panas. Sinyal listrik ini mungkin tidak stabil dan tidak cocok untuk dikirim dalam jarak jauh. Sinyal dari sensor inilah yang kemudian diproses oleh temperature transmitter. Temperature transmitter mengubah sinyal lemah dari sensor menjadi sinyal standar yang kuat, biasanya berupa arus 4-20 mA atau tegangan 0-10 V. Sinyal standar yang kuat ini jauh lebih cocok untuk dikirimkan ke sistem kontrol atau pemantauan, seringkali melalui kabel jarak jauh.

- **Omron Digital Controller**

Oli Omron E5EC adalah jenis kontroler suhu yang sering digunakan dalam aplikasi industri. Ini adalah kontroler suhu digital yang canggih dengan berbagai fitur yang dirancang untuk memudahkan pemantauan dan pengendalian suhu dalam proses industry.

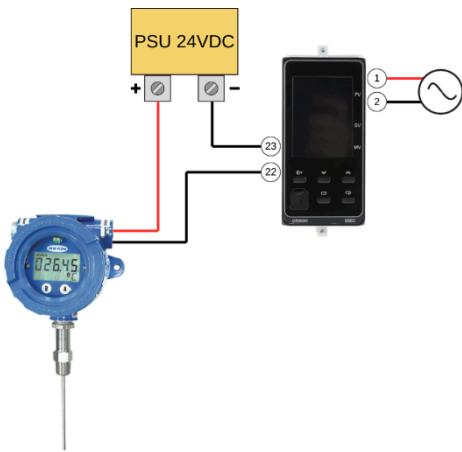
B. TAHAP PERSIAPAN

Alat dan Bahan:

1. Temperatur transmitter yang akan dikalibrasi
2. Termometer
3. Multimeter (untuk sinyal 4-20 mA)
4. PSU 24V DC
5. Terminal Strip dan kabel
6. Omron E5EC

B. TAHAP PRAKTIKUM

1. Hubungkan temperature transmitter, PSU, dan omron E5EC seperti berikut :



2. Hubungkan multimeter ke terminal output temperatur transmitter.
3. Nyalakan PSU.
4. Lakukan pengukuran temperatur air dari temperatur rendah hingga tinggi kemudian catat hasil pengukuran yang sudah dilakukan.

C. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

1. Buat checklist kondisi komponen untuk Predictive Maintenance
2. Analisa data yang tercatat pada tabel data.
3. Hitung persentase perbaikan kesalahan setelah kalibrasi (jika penyesuaian dilakukan).
4. Buat kesimpulan tentang kondisi temperatur transmitter berdasarkan hasil kalibrasi.
5. Tentukan apakah temperatur transmitter masih memenuhi kriteria untuk operasi yang aman dan handal.

Tabel Data

Test Point	Temperatur Air (°c)	Nilai Display Omron E5EC	Nilai Output Temperature Transmitter (mA)	Nilai Lokal Display Temperatur Transmitter	Kesalahan (%)
1					
2					
x					
x					
x					

P4 Preventive Maintenance pada Control Valve

- **Preventif Maintenance**

Preventive maintenance atau pemeliharaan preventif adalah serangkaian tindakan yang dilakukan secara rutin dan terencana untuk mencegah kerusakan atau kegagalan peralatan sebelum terjadi masalah yang lebih serius. Tujuan dari preventive maintenance adalah untuk memastikan bahwa peralatan dan mesin berfungsi dengan baik, meminimalkan downtime, dan memperpanjang umur operasional peralatan.

Beberapa karakteristik utama dari preventive maintenance meliputi:

1. Jadwal Rutin

Pemeliharaan dilakukan berdasarkan jadwal yang telah ditentukan, misalnya setiap minggu, bulan, atau tahun, tergantung pada jenis peralatan dan kebutuhan operasionalnya.

2. Inspeksi dan Pemeriksaan

Melibatkan pemeriksaan rutin terhadap kondisi peralatan untuk mendeteksi tanda-tanda awal keausan atau kerusakan.

3. Penggantian Komponen

Mengganti komponen yang sudah mendekati akhir masa pakainya sebelum benar-benar rusak, seperti filter, belt, atau oli.

4. Pembersihan dan Pelumasan

Membersihkan dan melumasi bagian-bagian yang diperlukan untuk memastikan kinerja optimal dan mengurangi gesekan yang dapat menyebabkan kerusakan.

5. Kalibrasi dan Penyetelan

Menyetel dan mengkalibrasi peralatan untuk memastikan kinerja sesuai dengan spesifikasi pabrik.

Manfaat preventive maintenance meliputi:

1. Mengurangi Downtime

Mencegah terjadinya kegagalan mendadak yang bisa menyebabkan berhentinya operasional dan produksi.

2. Memperpanjang Umur Peralatan

Dengan menjaga kondisi peralatan tetap baik, masa pakai peralatan dapat diperpanjang.

3. Mengurangi Biaya Perbaikan

Mencegah kerusakan besar yang memerlukan biaya perbaikan yang mahal.

4. Meningkatkan Keamanan

Mengurangi risiko kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kerusakan peralatan

• **Corrective Maintenance**

Corrective maintenance atau pemeliharaan korektif adalah tindakan pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadinya kegagalan atau kerusakan pada peralatan. Tujuan utama dari corrective maintenance adalah untuk memperbaiki atau mengganti komponen yang rusak sehingga peralatan dapat kembali beroperasi dengan normal.

Berikut merupakan karakteristik utama dari corrective maintenance:

1. Reaktif

Pemeliharaan ini dilakukan sebagai respons terhadap kerusakan atau kegagalan yang telah terjadi.

2. Perbaikan dan Penggantian

Melibatkan perbaikan komponen yang rusak atau penggantian bagian yang tidak dapat diperbaiki.

3. Deteksi Masalah

Deteksi masalah dimulai dengan identifikasi masalah yang menyebabkan kegagalan, kemudian dilanjutkan dengan langkah-langkah perbaikan.

4. Tidak Terjadwal

Pemeliharaan dilakukan berdasarkan kebutuhan, tanpa jadwal tetap, tergantung pada kapan kerusakan terjadi.

Manfaat corrective maintenance meliputi:

1. Kecepatan Penanganan

Fokus pada memperbaiki masalah secepat mungkin untuk meminimalkan downtime.

2. Efektivitas Biaya

Untuk peralatan yang tidak kritis, corrective maintenance bisa lebih ekonomis dibandingkan preventive maintenance, karena tidak memerlukan perawatan rutin yang mungkin tidak diperlukan.

• **Predictive Maintenance**

Predictive maintenance adalah strategi yang menggunakan teknologi sensor dan analisis data untuk memprediksi kapan peralatan industri akan mengalami kegagalan. Dengan memantau kondisi operasional peralatan dan menganalisis data yang dikumpulkan, sistem dapat memperkirakan waktu dan jenis pemeliharaan yang diperlukan sebelum terjadi kerusakan yang tidak terduga. Pendekatan ini membantu mengurangi downtime tak terencana, memperpanjang umur peralatan, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Meskipun menghadapi tantangan seperti biaya awal yang tinggi dan

kompleksitas analisis data, predictive maintenance menjadi semakin penting dalam industri karena kemampuannya untuk meningkatkan ketersediaan dan kinerja peralatan.

- Pneumatic Control Valve

Pneumatic control valve merupakan komponen penting dalam sistem kontrol industri yang bertujuan untuk mengatur aliran fluida, baik cairan maupun gas, dengan memanfaatkan tekanan udara sebagai mekanisme penggeraknya. Sistem kerja valve ini dimulai dari penerimaan sinyal kontrol, biasanya berupa sinyal analog 4-20 mA atau 0-10 V dari Distributed Control System(DCS) atau Programmable Logic Controller (PLC), yang diteruskan ke positioner. Positioner kemudian membandingkan sinyal kontrol ini dengan posisi aktual valve dan mengatur tekanan udara yang masuk ke actuator untuk menggerakkan valve sesuai dengan posisi yang diinginkan. Actuator, yang bisa berupa jenis linear atau rotary, mengubah energi tekanan udara menjadi gerakan mekanis yang menggerakkan stem dan plug atau disk di dalam body valve. Gerakan ini membuka atau menutup jalur aliran fluida, sehingga mengatur laju aliran sesuai kebutuhan proses.

Bagian – bagian Pneumatic Control Valve :

1. Body Valve (Badan Katup):

Fungsi : Menyediakan struktur utama untuk valve dan menjadi tempat aliran fluida diatur.

2. Actuator (Penggerak):

Fungsi : Menggerakkan valve plug atau disk dengan menggunakan tekanan udara.

3. Positioner:

Fungsi : Mengatur tekanan udara yang masuk ke actuator berdasarkan sinyal kontrol yang diterima dari sistem kontrol (biasanya berupa sinyal 4-20 mA atau 0-10 V).

4. Valve Plug/Disk :

Fungsi : Bagian internal yang bergerak untuk membuka atau menutup jalur aliran di dalam body valve.

5. Stem (Batang Katup):

Fungsi: Menghubungkan actuator dengan valve plug atau disk, mentransfer gerakan dari actuator ke plug atau disk.

6. Bonnet:

Fungsi : Menutupi bagian atas valve dan memberikan seal di sekitar stem untuk mencegah kebocoran.

7. Diaphragm (Diafragma) atau Piston :

Fungsi : Bagian dalam actuator yang bergerak berdasarkan tekanan udara yang masuk.

8. Spring (Pegas):

Fungsi: Memberikan tekanan balik untuk mengembalikan valve ke posisi semula atau default saat tekanan udara hilang.

9. Seat (Tempat Duduk Katup):

Fungsi : Permukaan di dalam body valve di mana plug atau disk duduk saat valve dalam posisi tertutup, memastikan seal yang rapat untuk mencegah kebocoran.

10. Packing:

Fungsi : Material sealing yang ditempatkan di sekitar stem untuk mencegah kebocoran fluida di sepanjang stem.

11. Air Filter Regulator :

Fungsi: Menyaring dan mengatur tekanan udara yang masuk ke actuator.

12. Tubing and Fittings (Pipa dan Fitting):

Fungsi: Saluran udara yang menghubungkan positioner dengan actuator dan sumber udara bertekanan.

B. TAHAP PERSIAPAN

Alat dan Bahan:

No	Tools	Jumlah	Keterangan
1	mA source standart	1 Unit	Sesuai range
2	AVO Meter	1Buah	-
3	Kunci pas	1 Buah	-
4	Obeng (+)	1 Buah	-
5	Obeng (-)	1 Buah	-
6	ATK	1 Pcs	

C. TAHAP PRAKTIKUM

Prosedur:

1. Preparation

1. Persiapan alat pelindung diri sesuai standart
2. Persiapan alat-alat yang dibutuhkan untuk melakukan inspeksi dan linearitas pneumatic control valve
3. Cek apakah terdapat fluida pada pipe line pneumatic control valve
4. Nyalakan compressor, buka nozzle pada discharge compressor 100%
5. Buka kabel input pada I/P converter dan pasang kabel output dari source miliamper

2. CV Inspection:

1. Periksa bodi, flange, actuator, baut, mur dan aksesoris lain dari gejala dan serangan korosi normal.
2. Periksa bodi, actuator dan aksesoris mengalami cacat, goresan dan kerusakan lain.
3. Periksa bodi , flange , actuator valve dari kebocoran. Lakukan bubling test pada area yang dicurigai. Pastikan tidak ada kebocoran.

4. Periksa jalur udara (IA line)/ tubing, fittings / T-Connector dari kebocoran, pecah. Pastikan tidak ada embun/udara lembab.
6. Periksa Filter & regulator berfungsi normal. Pastikan nilai tekanan pada guage (PI) sama dengan range kerja operasi actuator.
7. Periksa jalur kabel dari Positioner glands terpasang
 - a. kuat dan kabel tidak menekuk dan menghalangi operasional.
8. Periksa keadaan positioner berfungsi dengan baik termasuk pressure gauge pemabacaan inlet dan outlet pressure
9. Bersihkan bodi, actuator valve, (bug screen) dan aksesoris lain dari debu, tanah dan kotoran lain

3. CV Linearity Test :

1. Lakukan injeksi source miliamper disetting 4 - 20 mA mulai dari 20 mA pelan - pelan, kemudian turunkan lagi menuju 4 mA
2. Amati pergerakan control valve apakah ada kelainan pada sisi mekanik (tersendat-sendat), bila ada cepat laporan pada pihak bagian mekanik
3. Lakukan injeksi pada source miliamper step by step, mulai dari 0%,20%,40%,60%,80%,100%
4. Amati dan catat data penujukan pada travelindikator dan masukkan data pada tabel
5. hasil pencatatan dengan data standar kalibrasi
6. Apabila terjadi perbedaan dengan standart kalibrasi maka lakukan adjustment pada positioner

D. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

1. Buat checklist untuk Predictive Maintenance
2. Analisa data yang tercatat pada tabel data.
3. Hitung persentase perbaikan kesalahan setelah kalibrasi (jika penyesuaian dilakukan).
4. Buat kesimpulan tentang kondisi pressure transmitter berdasarkan hasil kalibrasi.
5. Tentukan apakah pneumatic control valve masih memenuhi kriteria untuk operasi yang aman dan handal.

Tabel Data

Report Date:		Page : of
DETAILED REPORT		
PREVENTIVE MAINTENANCE CONTROL VALVE (CV)		
VALVE DATA		
SIZE		CUSTOMER
CLASS		LOCATION
END CONNECTION	RF / RTJ / NPT / Welded / Clamped *	STATION
MANUFACTURER		P & ID NO
MODEL NUM.		LINE NO
SERIAL NUM.		TAG NO
ACTUATOR ACTION	ATC / ATO	SERVICE
LAST CALIBRATION		MAINTENANCE ACTIVITY <input type="checkbox"/> ONLINE <input type="checkbox"/> OFFLINE
NEXT CALIBRATION		
<i>Note : ATC = Air to close; ATO = Air to open</i>		
WORKING ACTIVITY		
<input type="checkbox"/> INSPECTION <input type="checkbox"/> FUNCTION TEST <input type="checkbox"/> POSITIONER CALIBRATION TEST <input type="checkbox"/> SHELL TEST <input type="checkbox"/> SEAT TEST <input type="checkbox"/> GREASING		
VALVE CONDITION		
NO	DESCRIPTION	
1	Body Valve : <input type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Corroded.....% <input type="checkbox"/> Badly corroded/damage <i>(Body, Bonnet/Cover, and Flange to flange included)</i>	
2	Actuator Condition: 1 Chamber <input type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Corroded.....% <input type="checkbox"/> Leaking <input type="checkbox"/> Not checked 2 Spring Cartridge <input type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Corroded.....% <input type="checkbox"/> Leaking <input type="checkbox"/> Not checked 3 Yoke Housing <input type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Corroded.....% <input type="checkbox"/> Leaking <input type="checkbox"/> Not checked	
3	Accessories <input type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Corroded <input type="checkbox"/> Leaking <input type="checkbox"/> Not Available (N/A) Vent Fitting / Drain	
4		
5	Seat Condition <input type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Corroded <input type="checkbox"/> Leaking Not checked Instrument	

6	Air Line <input type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Corroded <input type="checkbox"/> Leaking <input type="checkbox"/> Badly corroded/damage
Pressure for I/P & Regulator ... PSI	
FUNCTION CONDITION	
NO	DESCRIPTION
1	Valve Function : <input checked="" type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Hard to be Operated <input checked="" type="checkbox"/> Stuck Open (S/O) <input type="checkbox"/> Stuck Close (S/C) <input type="checkbox"/>
2	Sealing Function : <input type="checkbox"/> Good <input type="checkbox"/> Leaking <input type="checkbox"/> Passing <input type="checkbox"/>
3	Performance Test : 0% = 50% = 100% = Remark: 25% = 75% =
RECOMMENDATION	
NO	
1	<input type="checkbox"/> In-Situ Repair
2	<input type="checkbox"/> Replace
	Remark:

 SAFETY <small>INSTRUMENTED SYSTEM</small>				
Lokasi : Nomor Peralatan (Equipment Tag Number) : Tanggal Inspeksi : Tipe Valve : Model / No. Seri / Manufaktur : Tipe Actuator : Model / No. Seri / Manufaktur :				
NO.	PEMERIKSAAN	HASIL		KETERANGAN(***)
		BAIK(*)	RUSAK(**)	
1	Periksa bodi, flange, actuator, baut, mur dan aksesoris lain dari dari gejala dan serangan korosi normal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Periksa bodi, actuator dan aksesoris mengalami cacat, goresan dan kerusakan lain.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Periksa bodi , flange , actuator valve dari kebocoran. Lakukan bubling test pada area yang dicurigai. Pastikan tidak ada kebocoran.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Periksa jalur udara (IA line)/ tubing, fittings / T-Connector dari - kebocoran, pecah. Pastikan tidak ada embun/udara lembab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Periksa Filter & regulator berfungsi normol. Pastikan nilai tekanan pada guage (PI) sama dengan range kerja operasi actuator.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P = psi
6	Periksa jalur kabel dari Positioner glands terpasang kuat dan kabel tidak menekuk dan menghalangi operasional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Periksa keadaan positioner berfungsi dengan baik termasuk pressure gauge pemabacaan inlet dan outlet pressure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Periksa status traveling control valve (percentage) pada positioner harus sinkron dengan inject mA Source	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Bersihkan bodi, actuator valve, (bug screen) dan aksesoris lain dari debu, tanah dan kotoran lain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

- * Kolom ini diisi/contreng jika tidak ditemukan kelainan
 ** Kolom ini diisi/contreng jika ditemukan kelainan seperti gangguan / kerusakan tetapi alat masih beroperasi normal
 ***Kolom ini diisi dengan keterangan jika mengisi kolom (**)

Rekomendasi / Tindak lanjut :

Prepared by,
PELAKSANA

.....

Witnessed by,
PRODUCTION

Approved by,

Date :

Date :

Date :

P5 Preventive Maintenance pada Modul Trainer Standing Hydraulic

PLC (Programmable Logic Control) Perangkat Elektronik yang digunakan dalam sistem otomatisasi untuk mengendalikan setiap proses. Perangkat ini dirancang dengan tujuan untuk menggantikan penggunaan relai elektromekanik yang membutuhkan kabel yang rumit dan pemeliharaannya yang relatif sulit. PLC berfungsi sebagai otak cerdas yang mengatur operasi berbagai perangkat dalam sistem otomatis. Perangkat ini menerima input dari sensor dan perangkat lainnya. Kelebihan utama dari PLC adalah kemampuannya untuk diprogram ulang, fleksibilitas dalam mengubah fungsi kontrol, dan juga lebih mudah dalam melakukan pemeliharaan.



Figure 1 Alat Keseluruhan dan PLC Omron



Figure 2. Directional Valve



Figure 3 Piston



Figure 4 Assembly valve and piston

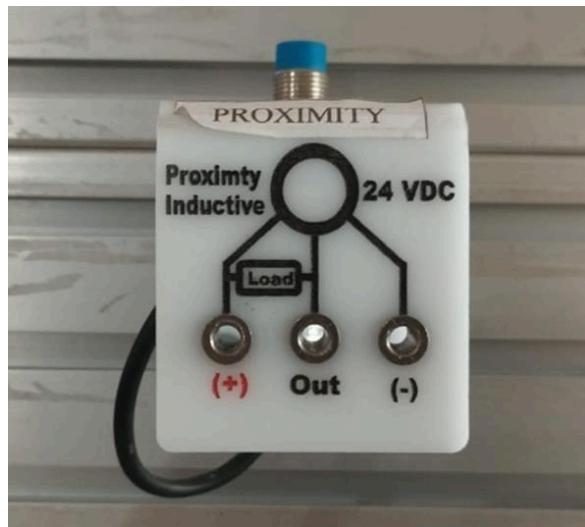


Figure 5 Proximity



Figure 6 T-joint (deliver pipe)



Figure 7 Supply power

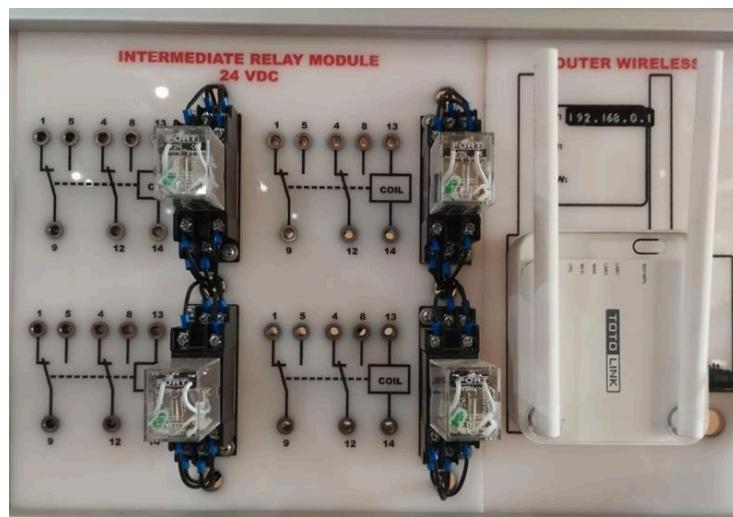


Figure 8 Intermediate relay module



Figure 9 Button, buzzer, lamp

B. TAHAP PERSIAPAN

Alat dan Bahan:

- Modulator Trainer Standing Hidraulik

C. TAHAP PRAKTIKUM

1. Pelajari, pahami komponen dan fungsi tiap tiap komponen yang terintegrasi di Modulator Trainer Standing Hidraulik
2. Sket semua komponen yang ada. Masukkan dalam format Tabel 1 seperti terlampir

- pada bagian pertanyaan praktikum
3. Amati kondisi setiap komponen dan tentukan metode perawatan/ perbaikan yang tepat pada setiap komponen berdasarkan kondisi yang teramati saat praktikum. Masukkan hasil pengamatan dalam format Tabel 2 *Preventive Maintenance Checklist* seperti terlampir pada bagian pertanyaan praktikum

D. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

1. Buat checklist kondisi komponen untuk Predictive Maintenance
2. Analisa data yang tercatat pada tabel data.
3. Hitung persentase perbaikan kesalahan setelah kalibrasi (jika penyesuaian dilakukan).
4. Buat kesimpulan tentang kondisi temperatur transmitter berdasarkan hasil kalibrasi.
5. Tentukan apakah tmpeeratur transmitter masih memenuhi kriteria untuk operasi yang aman dan handal.

Pertanyaan Praktikum :

1. Identifikasi komponen dan fungsi pada Modulator Trainer Standing Hidraulik!

Tabel 1. Komponen dan fungsi masing masing komponen pada Modulator Trainer Standing Hidraulik

No.	Komponen	Fungsi

2. Identifikasi tindakan perawatan/ perbaikan yang perlu dilakukan berdasarkan kondisi tiap komponen dari Modulator Trainer Standing Hidraulik!

Tanggal :	
Disiapkan oleh (Nama, NRP Praktikan) :	

Diperiksa oleh (Nama Asisten) :						
No.	Komponen	Deskripsi kondisi komponen	Kondisi	Tindakan perawatan yang diperlukan	Tindakan yang sudah dilakukan	

E. ANALISIS & KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan pertanyaan, buatlah analisis dan kesimpulan dari hasil percobaan

Note:

Susunan Engineering report terdiri dari :

- Dasar teori
- Metodologi Percobaan
- Hasil Pertanyaan Praktikum
- Analisis (kondisi simulator dan tindakan pencegahan, perawatan, perbaikan) dan Kesimpulan

Hasil praktikum dibuktikan oleh Engineering Report, yang harus dikumpulkan di Link Pengumpulan yang telah disediakan sesuai instruksi dengan format (pdf). Engineering report dikumpulkan secara individu.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Safety Induction

- A. Identifikasi bahaya dan pengendalian resiko
 - a. Bahaya Umum

- Listrik tegangan tinggi
- Peralatan berputar dan bergerak

b. Pengendalian Risiko

- Gunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai.
- Pastikan perangkat listrik dalam kondisi baik sebelum digunakan.
- Jangan menyentuh peralatan yang sedang beroperasi tanpa izin.
- Pastikan ventilasi dan lingkungan kerja dalam kondisi aman.

B. Prosedur Keadaan Darurat

1. Kebakaran:

- Segera tekan tombol alarm kebakaran.
- Gunakan APAR sesuai jenis api (ABC untuk umum, CO2 untuk listrik).
- Evakuasi melalui jalur darurat dan berkumpul di titik aman.

2. Kecelakaan atau Cedera:

- Beri pertolongan pertama jika memungkinkan.
- Hubungi petugas medis atau ambulans jika diperlukan.
- Laporkan kejadian kepada supervisor.

3. Gangguan atau Kerusakan Peralatan:

- Hentikan penggunaan perangkat yang mengalami gangguan.
- Laporkan kepada teknisi laboratorium.
- Jangan mencoba memperbaiki sendiri tanpa izin dari supervisor

Penggunaan Peralatan Laboratorium

- Baca instruksi penggunaan sebelum mengoperasikan peralatan
- Pastikan semua koneksi listrik dan sensor telah terpasang dengan benar.
- Jangan meninggalkan peralatan dalam kondisi menyala tanpa pengawasan.
- Setelah digunakan, matikan peralatan sesuai prosedur.

Lampiran 2. Precaution

 **PRECAUTIONS!**

Always follow these standard precautions

		
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 lab 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. JSA (job safety analysis)

FORM JSA PRAKTIKUM LAB SIS				
 LAB Safety Instrumented System	TANGGAL	NO JSA	REV NO	DISIAPKAN
	25 Februari 2025	1		
JOB SAFETY ANALYSIS	NAMA PROYEK		DIREVIEW	
	Praktikum Lab SIS			
NAMA PEKERJAAN	LOKASI PEKERJAAN	PENGAWAS PEKERJAAN	DISETUJUI	
Analisis Performa Pompa	Pompa Area			
APD YANG DIBUTUHKAN : 1. Helm Safety 2. Sepatu Safety	3. Kacamata Safety 4. Sarung Tangan Safety 5. Masker AFLY	6. Earplug/earmuff	SAFETY EQUIPMENT : 1. Apar 2. Kotak P3K	
Urutan dari Langkah-langkah Pokok Pekerjaan	Bahaya-Bahaya Potensial	Risiko/ Hazard Risk	Tindakan atau Prosedur yang	Penanggung Jawab
NO <i>Sequence Of Basic Job Steps</i>	<i>Potential Hazard</i>		Recommended Action or Procedure	Person In Charge
Operation Procedure for Powering Up the Plant				
1. Wear PPE and Connect Power	- Exposure to electrical hazard	- Electrical shock	- Use personal protective equipment (PPE) such as a hard hat, safety glasses, and gloves.	
- Wear complete PPE (helmet, gloves, safety shoes, mask)	- Faulty connection	- Fire or equipment damage	- Inspect cable and socket condition before connecting.	
- Connect the power cable to the outlet safely				
2. Switch On the Heat Exchanger System	- Electrical surge due to wrong activation	- Fire of panel damage	- Follow proper activation procedure.	
- Connect the cable to the socket				
- Turn on MCB in the heat exchanger simulator				
Operation Procedure For Running and Shutting Down the Heat Exchanger				
1. Verify HMI Display				
- Check that the HMI is ON.	- HMI not showing correct display.	- Misoperation, delayed start.	- Check HMI status before continuing.	
- Confirm "Main Screen" is displayed.				
2. Set Up the Heat Exchanger System				
- Select "Set Up Mode" menu on HMI	Wrong value input	- Flow and temperature instability or system damage.	- Take clear, complete photos.	
- Input the required value on HMI				
3. Monitor Temperature and Flow				
- Select "Monitoring Mode" via navigation	- Incorrect mode selection.	- Pump not functioning properly.	- Double-check selection before enabling.	
- Record temperature and flow of Hot Fluid and Cold Fluid				
4. Repeat Test with Different Flow and Temperature Values				
- Adjust temperature and flow in "Set Up Menu"	- Wrong value input.	- Flow and temperature instability or system damage.	- Take clear, complete photos.	
- Perform measurements again.				
- Record all data.				
5. Shutdown Procedure				
- Push the red button under HMI				
- Turn off the MCB				
6. Inspect Simulator Condition				
- Check for leaks and excessive vibration.	- Water leaks, vibration.	- Slip hazard, mechanical failure.	- Conduct thorough inspection post-operation.	
7. Clean and Store Equipment				
- Clean simulator from dust	- Dirt accumulation.	- Short circuits.	- Clean without water.	
- Store measuring devices properly.	- Instrument loss or damage.	- Measurement errors in future.	- Store instruments safely.	

Lampiran 4. Permit to work

	PERMIT TO WORK SAFETY INSTRUMENTED SYSTEM LABORATORY		
Doc: P2	Rev: 00	12/12/2025	
Pemohon	Nama_NRP		
Lokasi	Laboratorium		
Deskripsi Pekerjaan	Judul Praktikum		
Masa Berlaku Izin Kerja	Tanggal: hh - bb - tt	Mulai: 00.00 WIB	Selesai: 00.00 WIB
Alat dan Bahan	1. 2. 3.	4. 5. 6.	7. 8. 9.
Checklist terkait faktor perizinan dan keselamatan kerja		YES	NO
Apakah pekerjaan ini telah disetujui oleh Dosen Pengampu Mata Kuliah?			
Apakah izin pekerjaan ini telah disetujui oleh Kepala Laboratorium?			
Apakah sudah dibuat JSA (Job Safety Analysis)?			
Apakah APD yang sesuai telah dipersiapkan?			
<ul style="list-style-type: none"> • Safety Helmet • Safety Glasses • Safety Gloves 	<ul style="list-style-type: none"> • Safety Shoes • Mask • Earmuff 	• Lainnya, sebutkan:	
Apakah area pekerjaan telah bebas dari material yang mudah terbakar?			
Apakah area pekerjaan telah bebas dari bahan yang mudah meledak?			
Apakah peralatan pemadam kebakaran telah tersedia?			
Apakah peralatan P3K telah tersedia?			
Apakah prosedur keadaan darurat telah dipahami?			
Apakah semua peralatan/perlengkapan telah diperiksa?			
<p><i>Saya telah memahami dan berkomitmen tentang pekerjaan yang akan saya kerjakan, dan akan melaksanakan pekerjaan sesuai prosedur dengan memperhatikan faktor keselamatan dan kesehatan kerja.</i></p>			
Catatan:		Diajukan oleh	Disetujui oleh
		Nama Pemohon	Nama Laboran

Template JSA dan PTW bisa di akses di link : <https://its.id/m/TemplatePTWJSA>