

MODUL PRAKTIKUM

TEKNOLOGI SENSOR DAN TRANSMITTER

VI231204



Measurement
Instrumentation Laboratory

Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

20
26

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
PENDAHULUAN.....	2
Aturan Kerja Laboratorium Pengukuran	2
Aturan Keamanan Laboratorium Pengukuran	2
Panduan Berkegiatan di Laboratorium	4
Sanksi Pelanggaran Aturan	5
Denah Laboratorium Pengukuran.....	5
TEKNIS PRAKTIKUM	6
Prosedur Penggunaan Alat dan Bahan	6
Prosedur Penanganan Kondisi Darurat	14
Prosedur Pembuangan Sampah dan Limbah Eksperimen	14
PROSEDUR KEDATANGAN	16
Kebutuhan Saat di Lab Pengukuran	16
Prosedur Kedatangan di Lab Pengukuran.....	16
PROSEDUR PRAKTIKUM	18
P1 DETEKTOR	18
P2 PRAKTIKUM 2 KARAKTER INPUT STATIK	23
P3. PRESSURE TRANSMITTER	24
P4 FLOW TRANSMITTER.....	29
P5 MONITORING LEVEL DENGAN HCSR-04.....	35
LAMPIRAN	38
Lampiran 1. Safety Induction	38
Lampiran 2. Precaution	39
Lampiran 3. JSA (job safety analysis)	40
Lampiran 4. Permit to work	41

PENDAHULUAN

Teknologi Sensor dan Transmitter merupakan bagian krusial dalam sistem instrumentasi modern yang berfungsi untuk mendeteksi besaran fisis seperti suhu, tekanan, cahaya, atau jarak, lalu mengubahnya menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca dan dianalisis oleh sistem elektronik. Sensor-sensor ini bekerja berdasarkan prinsip konversi energi dan memiliki karakteristik tertentu seperti sensitivitas, akurasi, linearitas, dan respon waktu yang menentukan performa sistem secara keseluruhan. Selain itu, sinyal dari sensor seringkali memerlukan pengondisian sebelum dikirim melalui transmitter agar tetap stabil dan dapat diinterpretasikan secara tepat oleh sistem monitoring atau pengendali.

Pemahaman mengenai karakteristik dan cara kerja sensor serta teknik transmisi sinyal sangat penting bagi mahasiswa teknik, khususnya dalam mendesain sistem akuisisi data yang presisi dan efisien. Dalam konteks ini, transmitter berperan dalam menyampaikan sinyal dari sensor ke perangkat pemroses melalui metode analog (seperti 4–20 mA) maupun digital. Dengan memahami keterkaitan antara sensor, pengondisi sinyal, dan transmitter, mahasiswa diharapkan mampu mengembangkan sistem pemantauan yang handal dan sesuai kebutuhan industri modern yang menuntut kecepatan, akurasi, dan keandalan dalam pengambilan data secara real-time.

Aturan Kerja Laboratorium Pengukuran

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 Pengukuran

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. Tetap bersikap siaga saat melakukan kegiatan praktikum di dalam laboratorium.
12. Bersih dan rapikan tempat ketika melakukan praktikum dan sebelum meninggalkan tempat



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

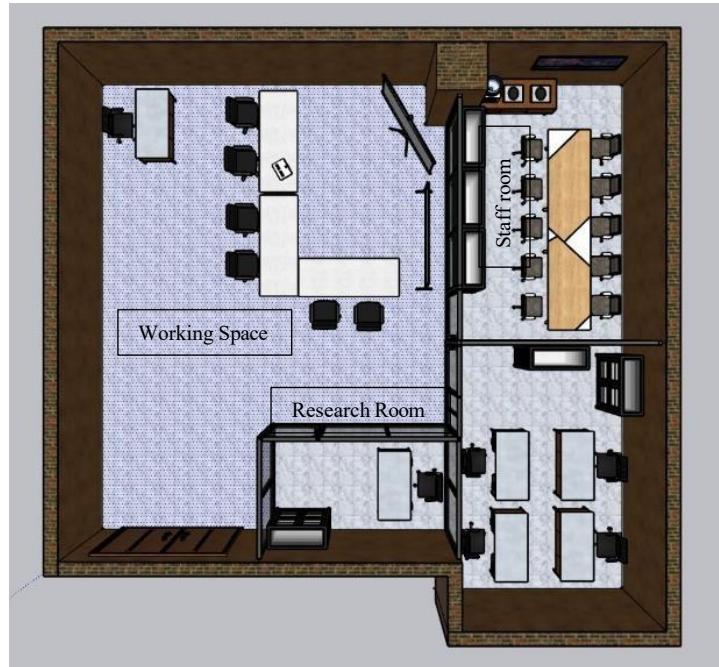


Mengembalikan peralatan
dan bahan ke tempat
semula

Sanksi Pelanggaran Aturan

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

Denah Laboratorium Pengukuran



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).

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 Pengukuran.

1. 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

2. Pressure Gauge



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan pressure gauge dalam kondisi baik, tidak ada kerusakan fisik atau jarum yang bengkok
2. Periksa skala pengukuran dan satuan yang tertera pada pressure gauge.
3. Pastikan pressure gauge sudah terkalibrasi sesuai dengan standar

4. Pastikan pressure gauge sesuai dengan rentang tekanan yang akan diukur
- B. Tahap Penggunaan
1. Hubungkan pressure gauge ke sistem yang akan diukur tekanannya
 2. Beri beban tekanan dengan nilai yang sesuai dengan spesifikasi
 3. Baca tekanan yang ditunjukkan oleh jarum pada skala dengan posisi pandang tegak lurus
 4. Hindari getaran atau guncangan yang dapat mempengaruhi akurasi pembacaan
- C. Tahap Pasca Penggunaan
1. Pastikan jarum skala sudah pada posisi 0
 2. Lepaskan pressure gauge dari sistem dengan hati-hati
 3. Bersihkan pressure gauge dari kotoran atau debu menggunakan kain lembut
 4. Simpan pressure gauge di tempat yang aman dan kering

3. Pressure Transmitter



- A. Tahap Persiapan
1. Periksa kondisi fisik pressure transmitter dan kabel-kabelnya
 2. Pastikan tidak ada kerusakan fisik seperti retak, pecah, korosi, atau kebocoran yang dapat mengganggu kinerja dan integritas pengukuran.
 3. Periksa diafragma sensor tekanan untuk memastikan tidak ada kerusakan atau kontaminasi
 4. Periksa konektor dan terminal untuk memastikan tidak ada korosi atau kotoran yang dapat menyebabkan resistansi kontak yang tinggi dan kesalahan baca.
 5. Posisikan transmitter dengan benar dan pastikan sambungkan dalam kondisi kedap dan tidak bocor
 6. Pastikan sumber daya yang digunakan sesuai dengan spesifikasi tegangan dan arus pressure transmitter.
 7. Pastikan transmitter dipasang pada titik yang representatif dan minimalkan efek turbulensi atau pulsasi.
 8. Pastikan pressure transmitter telah dikalibrasi sesuai dengan standar yang berlaku dan rentang pengukuran yang diperlukan.
- B. Tahap Penggunaan
1. Nyalakan dan hubungkan pressure transmitter dengan sumber daya
 2. Catat nilai tekanan yang diukur dan pastikan tidak ada fluktuasi atau gangguan sinyal yang.
 3. Lakukan beberapa kali pengukuran dan hitung nilai rata-rata untuk mengurangi kesalahan acak.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan sumber daya sebelum melepaskan pressure transmitter dari sistem
2. Pastikan sistem telah didepresurisasi dan dibersihkan sebelum melepaskan transmitter.
3. Lepaskan pressure transmitter dari sistem dengan hati-hati.
4. Simpan pressure transmitter di tempat yang aman dan kering

4. Temperature Transmitter Rosemount PT100



A. Tahap Persiapan

1. Periksa kondisi fisik transmitter dan kabelnya
2. Pastikan tidak ada kerusakan fisik seperti retak, patah, terkelupas, atau korosi yang dapat mempengaruhi integritas rangkaian dan akurasi pengukuran.
3. Pastikan jenis RTD sesuai dengan rentang suhu yang akan diukur.
4. Periksa spesifikasi termokopel untuk memastikan kompatibilitas dengan instrumen yang digunakan.
5. Kalibrasi termocouple jika diperlukan

B. Tahap Penggunaan

1. Pastikan objek yang akan diukur suhunya dalam keadaan stabil
2. Bersihkan permukaan probe sensor dari kotoran, minyak, atau lapisan isolasi yang dapat menghambat transfer panas.
3. Tempelkan atau masukkan transmitter ke objek yang akan diukur suhunya hingga kedalaman yang cukup untuk menghindari pengaruh suhu lingkungan.
4. Tunggu hingga pembacaan suhu pada instrumen pembaca stabil.
5. Baca nilai suhu pada instrumen pembaca dan catat nilai tersebut pada lembar data

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Lepaskan transmitter dari objek pengukuran dengan hati-hati.
2. Bersihkan transmitter dari kotoran, residu, atau kontaminan yang mungkin menempel selama pengukuran. Gunakan metode pembersihan yang sesuai dengan jenis transmitter dan kontaminan.
3. Simpan transmitter di tempat yang kering, bersih, dan aman dari kerusakan fisik, suhu ekstrem, kelembaban berlebih, dan bahan kimia korosif.

5. Thermometer



A. Tahap Persiapan

1. Pastikan tidak ada kerusakan fisik seperti retak, pecah, atau kebocoran (untuk termometer cairan) yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran.
2. Pastikan probe sensor dalam kondisi bersih
3. Pastikan rentang pengukuran termometer sesuai dengan rentang suhu objek atau lingkungan yang akan diukur.
4. Lakukan kalibrasi jika diperlukan, terutama jika ada keraguan terkait akurasi instrumen atau setelah terjadi perubahan suhu ekstrem.

B. Tahap Penggunaan

1. Pastikan objek yang akan diukur suhunya dalam kondisi stabil
2. Tempelkan atau masukkan probe thermometer ke objek yang akan diukur suhunya
3. Arahkan sensor termometer ke permukaan objek yang akan diukur suhunya.
4. Tunggu hingga pembacaan pada layar tampilan stabil.
5. Perhatikan satuan pengukuran yang digunakan dan catat nilai pengukuran pada lembar data

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Lepaskan termometer dari objek pengukuran dengan hati-hati.
2. Bersihkan thermometer dan keringkan untuk menghindari kontaminasi dan korosi
3. Simpan termometer di tempat yang bersih, kering, dan aman dari guncangan, getaran, suhu ekstrem, kelembaban berlebih, dan bahan kimia korosif.

6. Light Meter



A. Tahap Persiapan

1. Periksa kondisi fisik light meter dan pastikan alat dalam kondisi bersih tanpa debu

2. Pastikan perangkat tidak mengalami kerusakan mekanis seperti retak, pecah.
 3. Periksa kondisi baterai dan pastikan level daya mencukupi untuk durasi pengukuran yang direncanakan untuk menghasilkan nilai pembacaan yang akurat.
 4. Pastikan perangkat merespons perubahan intensitas cahaya dengan menyalakan light meter
 5. Pastikan alat telah terkalibrasi sesuai dengan standar pengukuran.
 6. Kalibrasi light meter jika diperlukan
- B. Tahap Penggunaan
1. Posisikan sensor pada jarak dan sudut yang tepat dari sumber Cahaya.
 2. Arahkan sensor light meter langsung ke sumber cahaya yang akan diukur. Pastikan tidak ada penghalang antara sumber cahaya dan sensor yang dapat memantulkan, menyerap, atau membiaskan cahaya.
 3. Tunggu hingga pembacaan stabil.
 4. Catat nilai intensitas cahaya yang stabil pada lembar data
- C. Tahap Pasca Penggunaan
1. Matikan light meter setelah selesai digunakan
 2. Simpan light meter di tempat yang aman dan kering

7. Meteran



- A. Tahap Persiapan
1. Periksa kondisi fisik meteran
 2. Pastikan housing (wadah) meteran tidak rusak, retak, atau pecah.,
 3. Pastikan pita tidak sobek, terkelupas, kusut, atau tertekuk secara permanen.
 4. Pastikan skala pengukuran jelas terbaca
- B. Tahap Penggunaan
1. Rentangkan pita pengukur secara lurus sepanjang dimensi objek yang akan diukur. Hindari menarik pita dengan kekuatan berlebihan, karena dapat menyebabkan pemanjangan pita dan kesalahan pengukuran.
 2. Pastikan pita pengukur sejajar dengan garis pengukuran dan tidak melengkung atau membentuk busur.
 3. Pastikan titik awal dan akhir pengukuran sejajar dengan tanda pada pita pengukur.
 4. Baca hasil pengukuran dari skala pada pita pengukur dengan sudut pandang tegak lurus.
- C. Tahap Pasca Penggunaan
1. Gulung pita pengukur kembali ke dalam housing dengan hati-hati dan rapi. Hindari membiarkan pita melipat atau kusut saat digulung.

2. Simpan meteran di tempat yang kering dan aman dari kelembaban, debu, suhu ekstrem, dan bahan kimia korosif.

8. Sound Level Meter



A. Tahap Persiapan

1. Periksa kondisi fisik dan fungsional sound level meter dan baterainya
2. Pastikan tidak ada kerusakan fisik pada perangkat, kabel, atau konektor yang dapat mempengaruhi kinerja.
3. Periksa kondisi baterai dan pastikan daya mencukupi untuk durasi pengukuran yang direncanakan agar menghasilkan pembacaan yang akurat.
4. Pastikan mikrofon tidak rusak atau tertutup debu
5. Kalibrasi sound level meter jika diperlukan

B. Tahap Penggunaan

1. Nyalakan sound level meter dan atur ke skala pengukuran yang sesuai
2. Posisikan mikrofon pada jarak dan sudut yang tepat dari sumber suara sesuai dengan protokol pengukuran yang ditetapkan.
3. Hindari penghalang yang dapat memantulkan atau menyerap gelombang suara
4. Catat nilai hasil pengukuran tingkat kebisingan yang stabil pada lembar data.

C. Tahap Pasca Penggunaan

1. Matikan sound level meter setelah selesai digunakan
2. Simpan sound level meter di tempat yang aman

9. Validator pH

A. Tahap Persiapan

1. Lakukan verifikasi kondisi fisik instrumen pH meter dan elektroda. Pastikan tidak terdapat kerusakan mekanis seperti retak, pecah, atau korosi yang dapat mengganggu fungsi alat.
2. Periksa level daya baterai untuk memastikan instrumen dapat beroperasi dengan stabil dan akurat. Daya baterai yang lemah dapat menyebabkan pembacaan yang tidak konsisten.
3. Pastikan alat telah terkalibrasi dan sesuai dengan standar alat ukur

4. Lakukan kalibrasi pH meter menggunakan larutan buffer standar dengan nilai pH yang diketahui jika kalibrasi instrumen diragukan atau jika kalibrasi terakhir telah melewati interval waktu yang ditentukan.
 5. Pastikan elektroda pH dalam keadaan bersih dan bebas dari kontaminan.
 6. Bersihkan elektroda sesuai dengan petunjuk pabrik pembuat jika diperlukan.
- B. Tahap Penggunaan
1. Pastikan larutan yang akan diukur berada pada suhu yang stabil dan nilai pH yang stabil
 2. Bilas elektroda dengan air destilasi untuk menghilangkan sisa larutan sebelumnya.
 3. Celupkan elektroda ke dalam larutan sampel yang akan diukur, pastikan bagian sensitif elektroda terendam sepenuhnya.
 4. Tunggu hingga pembacaan pada layar instrumen stabil.
 5. Catat nilai pH yang stabil pada lembar data.
- C. Tahap Pasca Penggunaan
1. Bersihkan elektroda dengan air destilasi atau larutan pembersih untuk menghilangkan sisa sampel dan mencegah kontaminasi.
 2. Matikan validator pH meter setelah digunakan untuk menghemat daya baterai.
 3. Simpan validator pH meter dalam di tempat yang bersih, kering, dan aman dari debu, kelembaban berlebih, dan suhu normal.

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

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 tertipu 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.**

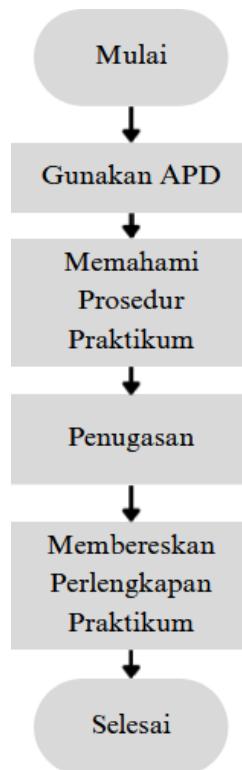
PROSEDUR KEDATANGAN

Kebutuhan Saat di Lab Pengukuran

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 Pengukuran

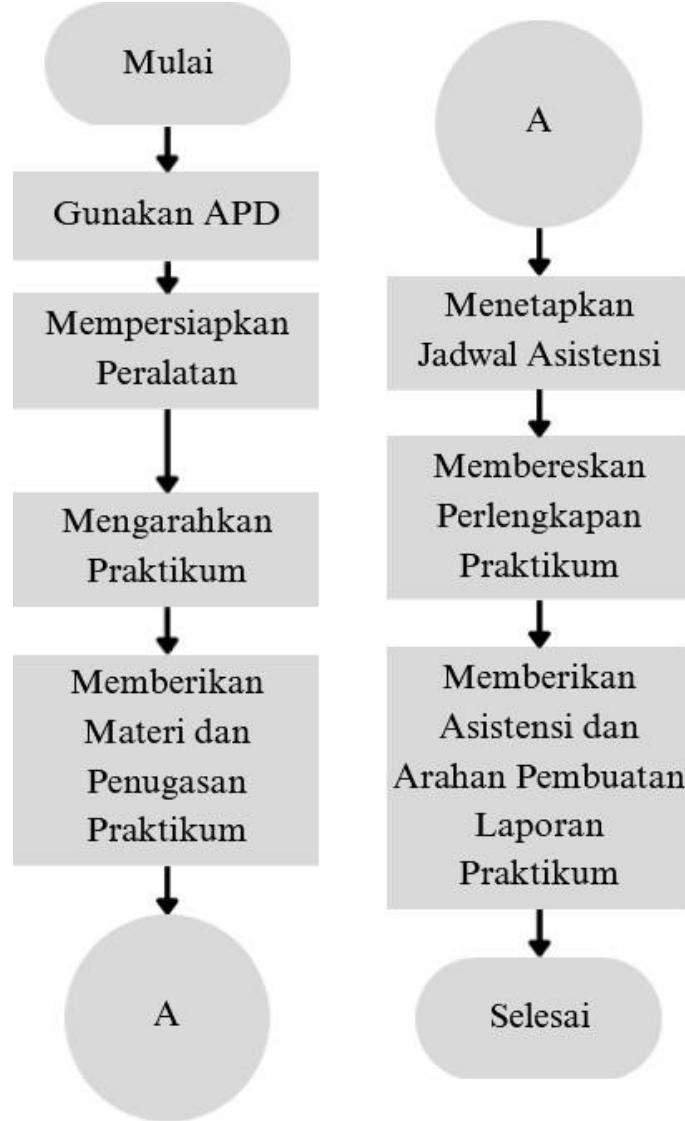
A. Untuk praktikan



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.

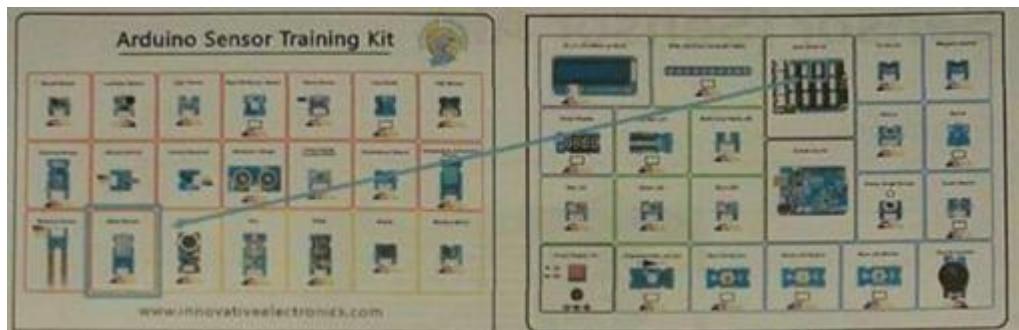
B. Untuk Asisten Laboratorium



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 DETEKTOR



A. TAHAP PERSIAPAN

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Pastikan Praktikan menggunakan alas kaki standar laboratorium.
3. Pastikan Praktikan membawa dokumen persyaratan mengikuti praktikum sebelum mengikuti praktikum.

B. TAHAP PRAKTIKUM

(A) Percobaan pertama (water sensor)

- 1) Pastikan water sensor terdapat di arduino sensor training kit.



Gambar Rangkaian water sensor (detektor)

- 2) Sambungkan modul Grove - Water Sensor ke port D2 pada modul Grove Base Shield, dan Grove - LCD 16x2 ke port I2C.

No.	Komponen	Pin
1.	Grove - Water Sensor	D2
2.	Grove - LCD 16x2	I2C

- 3) Hubungkan modul Grove - Water Sensor ke port D2 pada Grove-Base Shield.
- 4) Hubungkan Grove-Base Shield ke DT-AVR UNO R3.
- 5) Hubungkan DT-AVR UNO R3 ke PC menggunakan kabel micro USB.
- 6) Buka aplikasi Arduino IDE dan salin program dibawah ini.

```

#include <Wire.h>
#include "rgb_lcd.h"
rgb_lcd lcd;
#define WATER_SENSOR
void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(WATER_SENSOR, INPUT);
  lcd.setCursor(1, 0);
  lcd.print("WATER
DETECTOR");
  delay(500);
}
void loop() {
  int data = digitalRead(WATER_SENSOR);
  if (data == 0) {

```

```

    lcd.print("AIR TERDETEKSI");
    Serial.println("AIR TERDETEKSI");
    delay(500);
} else {
  if (data == 1) {
    lcd.setCursor(1, 1);
    lcd.print("TIDAK ADA AIR");
    Serial.println("TIDAK ADA AIR");
    delay(500);
  }
}
}

```

- 7) Tambahkan library “Grove - LCD RGB Backlight”.
 - 8) Tambahkan library “rgb_lcd.h” pada Manage Libraries, pilih versi terbaru dan install. Sketch > Include library > Manage Libraries.
 - 9) Upload kode program diatas ke DT-AVR UNO R3.
 - 10) Apabila tidak terdapat kesalahan pada kode program, ambil air dan tetesi sedikit air pada water sensor.
 - 11) Amati perubahan yang terjadi pada LCD.
 - 12) Catat hasilnya pada tabel hasil percobaan.
- Note :

Apabila port arduino tidak dapat terbaca pada aplikasi Arduino IDE, maka install driver pada link dibawah ini :

<https://www.dnatechindia.com/cp-2102-driver-download-installation.html>

(B) Percobaan ke 2 (light sensor)

- a) Gambar rangkaian



- b) Langkah-langkah

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Hubungkan pin **OUT** dari Light Sensor ke pin **D2** pada Arduino.
3. Hubungkan LED ke **pin D13**, dan GND.
4. Hubungkan Grove-Base Shield ke DT-AVR UNO R3
5. Hubungkan DT-AVR UNO R3 ke PC menggunakan kabel USB.
6. Buka aplikasi Arduino IDE dan salin kode program berikut:

```
const int lightSensorPin = 2;
const int ledPin = 13;

void setup() {
  pinMode(lightSensorPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int lightState = digitalRead(lightSensorPin);

  if (lightState == LOW) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    Serial.println("Cahaya terdeteksi!");
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    Serial.println("Tidak ada cahaya.");
  }

  delay(200);
}
```

7. Klik **Verify** dan **Upload** ke Arduino.
8. Jika tidak ada kesalahan pada program, arahkan cahaya dari flash hp dengan persentase 0%, 50%, dan 100% ke flame sensor.
9. Amati kondisi LED.

10. Amati pula output pada Serial Monitor Arduino IDE.
11. Catat hasil pengamatan pada tabel hasil percobaan.

(C) Percobaan ke tiga (touch sensor)

- a) Gambar rangkaian touch sensor



- b) Langkah-langkah
 1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
 2. Hubungkan pin **OUT** dari Touch Sensor ke pin **D2** pada Arduino
 3. Hubungkan LED ke pin **D13**, dan GND
 4. Hubungkan Grove-Base Shield ke DT-AVR UNO R3.
 5. Hubungkan DT-AVR UNO R3 ke PC menggunakan kabel USB.
 6. Buka aplikasi Arduino IDE dan salin kode program berikut:

```
const int touchPin = 2;
const int ledPin = 13;

void setup() {
  pinMode(touchPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int touchState = digitalRead(touchPin);

  if (touchState == HIGH) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    Serial.println("Sentuhan terdeteksi!");
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    Serial.println("Tidak ada sentuhan.");
  }

  delay(100);
}
```

7. Klik **Verify** dan **Upload** ke Arduino.
8. Sentuh permukaan sensor menggunakan jari tangan, tisu, dan kertas, serta amati apakah LED menyala.
9. Amati juga output pada Serial Monitor Arduino IDE.
10. Catat hasil pengamatan pada tabel hasil percobaan.

(A) Hasil Praktikum

Tabel 1. Hasil Praktikum Water Sensor

No.	Kondisi Sensor	Data yang dihasilkan
1.	Sebelum ditetesi air	
2.	Sesudah ditetesi air	

Tabel 2. Hasil Praktikum Light Sensor

No	Kecerahan Flash HP (%)	Tampilan LCD (Cahaya terdeteksi / tidak ada cahaya)	Kondisi LED (Menyala / tidak menyala)
1	0		
2	50		
3	100		

Tabel 3. Hasil Praktikum Touch Sensor

No	Benda yang disentuhkan	Tampilan LCD (Sentuhan terdeteksi / tidak ada cahaya)	Kondisi LED (Menyala / tidak menyala)
1	Jari tangan		
2	Tisu		
3	Kertas		
4	Tidak ada benda		

C. PASCA PRAKTIKUM

1. Matikan semua alat dan lepas kabel dari Arduino Board.
2. Cabut koneksi USB antara Arduino dan komputer.
3. Kembalikan semua alat ke posisi semula dengan rapi.
4. Bersihkan meja kerja dan lingkungan praktikum.
5. Simpan hasil data pada tabel hasil praktikum.
6. Diskusikan hasil dengan asisten laboratorium dan kumpulkan laporan sesuai instruksi.

P2 PRAKTIKUM 2 KARAKTER INPUT STATIK

A. TAHAP PERSIAPAN

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Pastikan Praktikan menggunakan alas kaki standar laboratorium.
3. Pastikan Praktikan membawa dokumen persyaratan mengikuti praktikum sebelum mengikuti praktikum.

B. TAHAP PRAKTIKUM

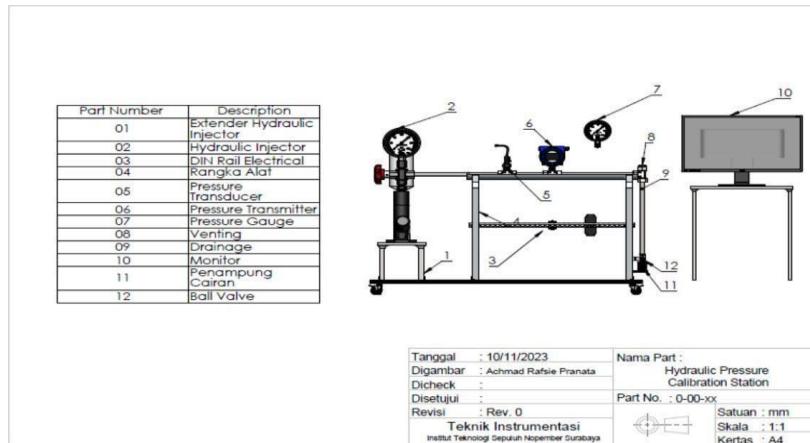
Percobaan Pertama



Sambungkan modul Grove - Ultrasonic sensor ke port D8 pada modul Grove Base Shield

No.	Komponen	Pin
1.	Grove - Ultrasonic Distance Sensor	D2
1.		

P3. PRESSURE TRANSMITTER



A. TAHAP PERSIAPAN

1. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Pastikan Praktikan menggunakan alas kaki standar laboratorium..
3. Pastikan feedtank terisi cukup oleh fluida berupa oli

B. TAHAP PRAKTIKUM

1. Siapkan software “Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan by Lab Pengukuran Its”. Pastikan kabel LAN sudah terhubung.
 - Isi kolom master seperti dibawah ini

Master Data	
Select Master :	Pressure Transmitter Beumer
Serial Master :	Y913
Calibration Number :	1
Class Accuracy :	0.015
Register Master :	100
IP Address :	192.168.3.7

- Isi kolom *unit under test* seperti dibawah ini (apabila menggunakan *pressure gauge* Schuh PX40 sebagai UUT).

Unit Under Test Data	
Select UUT :	PG Schuh
Serial Number :	PX40
Accuration (%) :	5
Zero Value :	0
Span Value :	60
Full Scale :	60
IP Address :	xxx.xxx.x.x
Register UUT :	xxx
Mode :	Auto Master
Scalling Settings	

- Isi kolom *unit under test* seperti dibawah ini (apabila menggunakan *pressure transmitter* Ashcroft GC51 sebagai UUT).

Unit Under Test Data	
Select UUT :	PT Ashcroft
Serial Number :	GC51
Accuration (%) :	5
Zero Value :	0
Span Value :	150
Full Scale :	150
IP Address :	192.168.3.7
Register UUT :	101
Mode :	All Auto
Scalling Settings	
Cancel	
OK	

- Lalu tekan button Scaling Settings, pilih “PT Beumer Y913” sebagai master dan “none” sebagai UUT seperti gambar berikut. Setelah itu tekan tombol ok, dilanjut dengan close.

Case pressure gauge sebagai UUT

Auto Scalling Settings	
Master	UUT
Equation	Equation
Nilai 1 Nilai 2	0 0
Nilai 1 Nilai 2	0 0

Auto Identify Unit	
Select Master :	Select UUT :
PT Beumer Y913	None

Case pressure transmitter Ashcroft GC51 sebagai UUT

- Isi tabel PIC data sesuai nama kelompok dan asprak.
- Apabila diperlukan dapat mengisi Telegram ID untuk verifikasi secara daring (optional).

PIC Data	
Calibration by :	Kelompok 1 P1
Verified by :	Nama asprak
Telegram ID :	<input type="text"/>
Spv Telegram ID :	<input type="text"/>
<input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="OK"/>	

- Isi kolom report data sesuai dibawah ini. Lalu tekan ok untuk start program.

Report Data	
Report No :	1
Service for :	Praktikum
Test No :	1
<input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="OK"/>	

2. Pompa injector hidrolik sehingga menghasilkan tekanan dari rentang kenaikan yang telah ditentukan berdasarkan *step*. Berikut adalah pembagian *set point* tekanan berdasarkan *step*.

Step	Range (%)	Pressure (Psi)
1.	0 (up)	0
2.	20 (up)	20
3.	40 (up)	40
4.	60 (up)	60
5.	80 (up)	80
6.	80(down)	80
7.	60 (down)	60
8.	40 (down)	40
9.	20 (down)	20
10.	0 (down)	0

3. Lihat di Modbus EBYTE-ME31 dan lihat perbedaan arus ketika Pressure berubah
4. Catat Pembacaan Arus yang terdapat pada Modbus EBYTE-ME31

No.	Master Data (AI1) mA	UUT (AI2) mA
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

5. Catat pembacaan Master, UUT dan Different

No.	Master Data	UUT (Unit Under Test)	Different	Error (%)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

6. Apabila masih terdapat udara yang terjebak dalam tubing, buang udara dengan cara membuka *venting*.

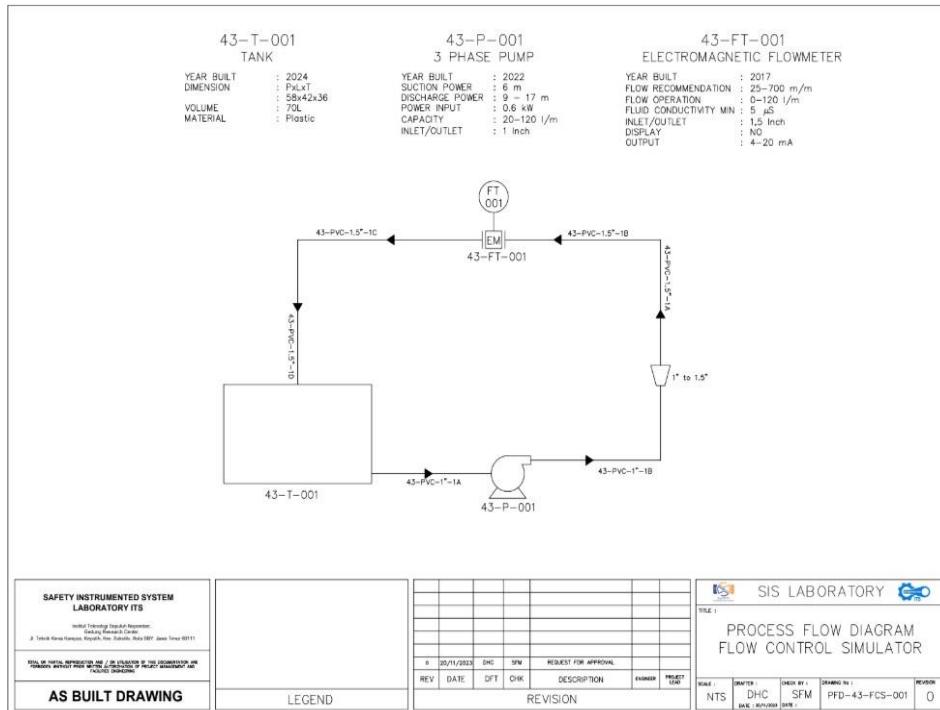
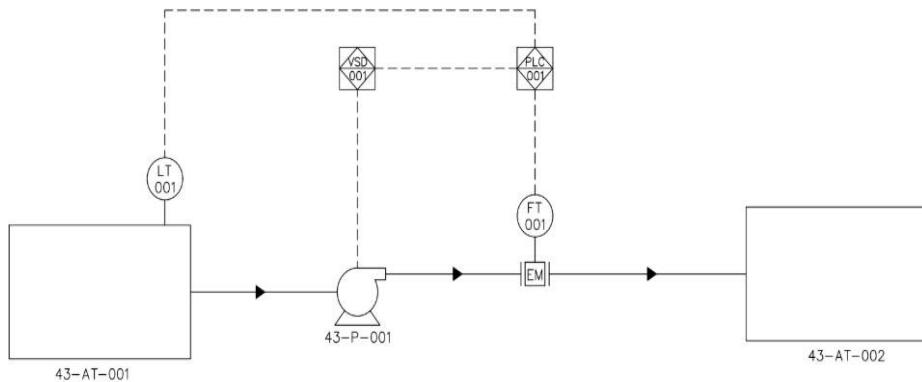
C. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

1. Catat pembacaan oleh UUT pada kolom *software*, kemudian klik button next pada aplikasi disetiap rentang kenaikan percobaan yang dihasilkan oleh UUT dan master pada tabel validasi kemudian pompa lagi sampai mendapat nilai yang diinginkan.



2. Buang tekanan dengan membuka drainage sehingga menghasilkan tekanan dari rentang turun yang telah ditentukan (dalam pengambilan data turun).
3. Kemudian catat pembacaan nilai tekanan disetiap rentang penurunan percobaan yang dihasilkan oleh UUT dan master pada tabel validasi.
4. Catat hasil pembacaan tekanan yang dihasilkan UUT dan master setiap rentang kenaikan dan penurunan percobaan dalam tabel validasi excel.
5. Klik button show chart untuk menampilkan grafik hasil kalibrasi pada aplikasi.
6. Klik button save untuk menampilkan hasil laporan kalibrasi dalam bentuk excel dan pilih logo instansi (logo teknik instrumentasi / logo milab) yang akan digunakan.

P4 FLOW TRANSMITTER



A. TAHAP PERSIAPAN

1. Siapkan alat praktikum
 2. Pastikan untuk menggunakan PPE sebelum menyambungkan alat ke sumber listrik.
 3. Sambungkan kabel ke sumber listrik.
 4. Aktifkan MCB 3 phase pada *panel power*. pastikan untuk mengikuti prosedur keselamatan menyalakan peralatan listrik



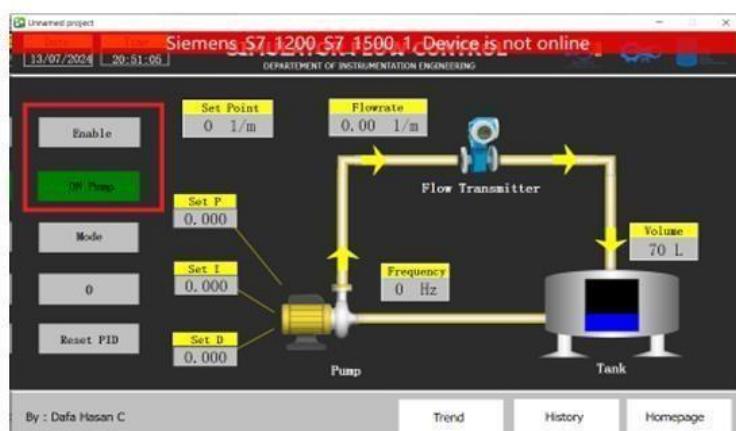
5. Aktifkan MCB 2 phase yang tersambung untuk menyalakan PLC dan *power supply*, pastikan indikator lampu pada setiap komponen untuk memastikan bahwa komponen-komponen tersebut sudah aktif dan sudah siap digunakan. pastikan VSD dalam kondisi “*on*”

B. TAHAP PRAKTIKUM

1. Periksa HMI dalam kondisi menyala pada *display* “main screen”.



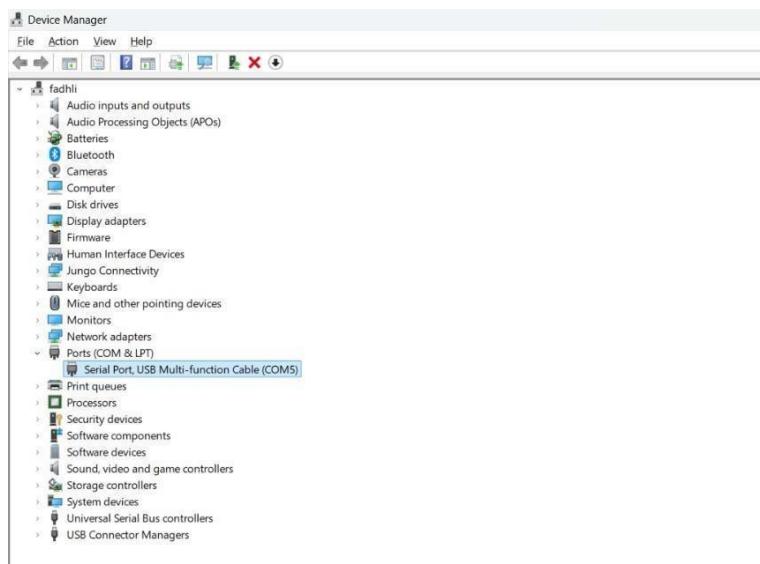
2. Pilih Manual Mode pada tombol navigasi pilih “Enable” dan “On Pump” untuk menyalaakan pompa.



3. Setelah semua terinstall kemudian pasang USB HART Modem M295 ke PC



4. Bila sudah terpasang pastikan USB HART terbaca melalui **Device Manager** pada menu **Port**



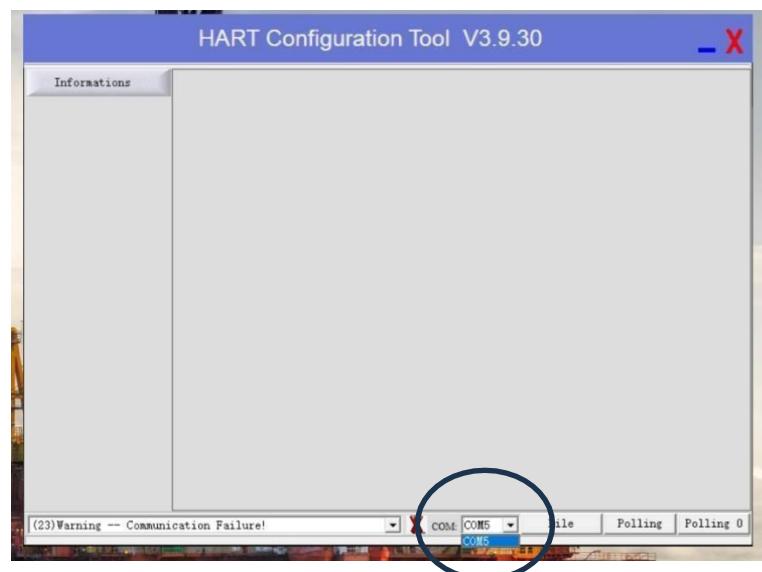
5. Buka aplikasi **HART Configuration Tool V3.9.30** lalu tertampil sebagai berikut



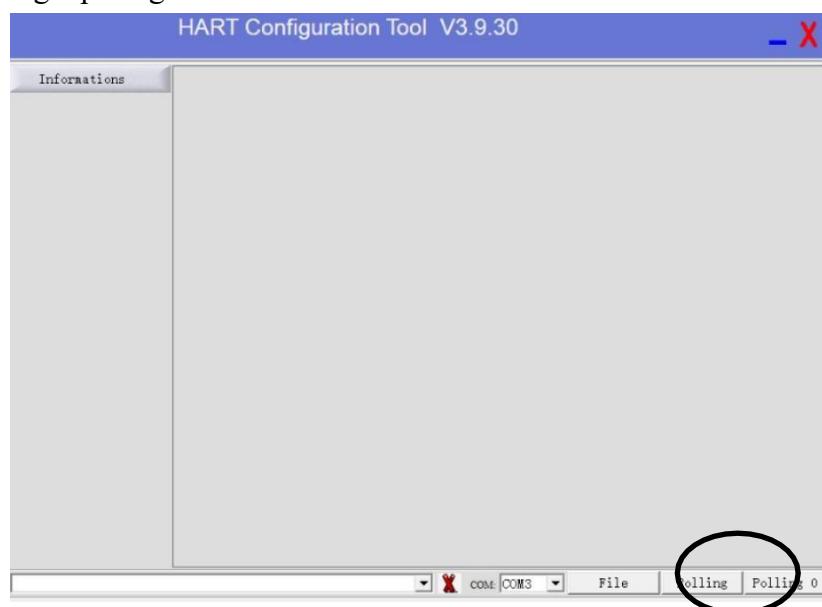
6. Hubungkan secara seri Modem HART seperti berikut



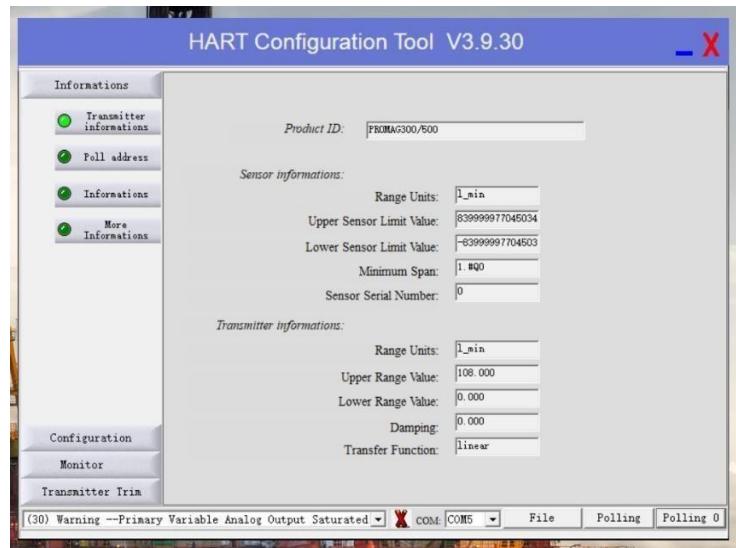
7. Pastikan **Port** pada aplikasi sesuai dengan COM yang terdapat pada **Device Manager**



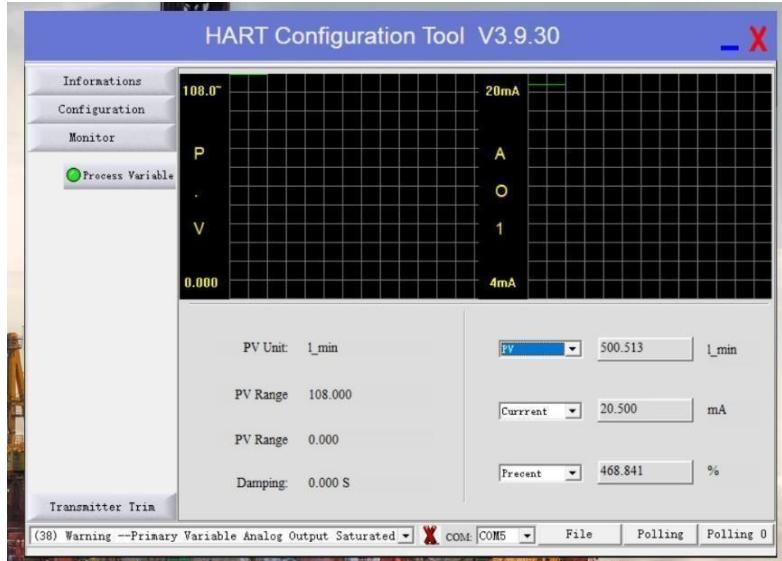
8. Setelah itu klik Polling 0 pada gambar dibawah



9. Setelah itu akan muncul tampilan pada aplikasi sebagai berikut. Dan pastikan *upper range value* pada transmitter information di angka 108.000



10. Klik **Monitor** lalu klik proses variable untuk memunculkan tampilan seperti dibawah ini



11. Untuk merubah frekuensi pada VSD

- tekan 1 kali lalu cari menu configuration (conf)
- tekan 1 kali lalu cari menu full
- tekan 1 kali lalu cari menu set
- tekan 1 kali menu lowsetpoint (LSP)
- inputkan frekuensi dengan rentang (0-42 Hz)
- lalu variasikan dengan mengambil 10 kali percobaan

12. Catat hasil yang didapat dari bagian monitoring diatas pada tabel dibawah ini

No.	Frekuensi pada VSD	Flowrate pada HART Configuration tool (l/min)	Arus pada HART Configuration tool (mA)
1.			
2.			
3.			
4.			

5.			
6.			
7.			
8.			
9.			

C. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

1. Jika pengujian selesai, turunkan frekuensi VSD secara perlahan hingga 0 Hz sebelum mematikan sistem.
2. Matikan MCB 2 phase dan 3 phase
3. Lepas Modem HART dari panel box dan laptop
4. Tutup kembali panel box sesuai keadaan awal
5. Pastikan tidak ada kebocoran air atau getaran berlebihan pada pompa.
6. Bersihkan panel kontrol VSD dari debu atau kotoran.
7. Simpan alat ukur dengan rapi untuk penggunaan berikutnya.

P5 MONITORING LEVEL DENGAN HCSR-04

A. TAHAP PERSIAPAN

1. Siapkan Alat dan Bahan :
 - 1) Laptop (Arduino IDE)
 - 2) HCSR-04
 - 3) Akrilik
 - 4) Arduino Uno
 - 5) Kabel Jumper
 - 6) Breadboard
 - 7) Kabel Micro
 - 8) Penggaris 30 cm /meteran
 - 9) Spidol
 - 10) Masing2 kelompok membawa 6 liter air (4 botol aqua besar)

B. TAHAP PRAKTIKUM

1. Siapkan Air minimal 2 botol 1,5 liter
2. Lakukan Wiring pada breadboard untuk menghubungkan HCSR ke arduino lakukan wiring seperti berikut :

HC-SR04	Arduino
VCC	5V
GND	GND
TRIG	Pin 9
ECHO	Pin 10

3. Siapkan juga Arduino IDE , dan masukkan codingan berikut (:

```
#define TRIG_PIN 9
#define ECHO_PIN 10
#define MAX_DISTANCE_CM 67.5

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
}

void loop() {
  long duration;
  float distance_cm, level_cm;

  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
```

```

digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
distance_cm = duration * 0.034 / 2;
if (distance_cm <= MAX_DISTANCE_CM) {
level_cm = MAX_DISTANCE_CM - distance_cm; }
else { level_cm = 0;
}

Serial.print("Jarak ke permukaan air: ");
Serial.print(distance_cm);
Serial.print(" cm, Level Air: ");
Serial.print(level_cm); Serial.println(" cm");

delay(1000);

}

```

4. Hubungkan arduino uno dengan laptop menggunakan kabel micro, pilih board “Arduino Uno”, dan sesuaikan port nya
5. Lakukan verify, kemudian upload dan lihat hasil pada serial monitor di pojok kanan atas
6. Isi dan lakukan percobaan sesuai dengan Tabel percobaan berikut :
7. (Masing-masing individu tiap kelompok harus beda variasinya, boleh kelipatan 1,2,3, dan seterusnya)

Menghitung Jarak sensor ke Air

Level Air (cm) Penggaris	Level Air (cm) Serial Monitor	Selisih (cm)	Error (%)
(Percobaan 1) 20 cm			

Menghitung Ketinggian Air (Level)

Volume Air Ditambahkan (Liter)	Jarak sensor dengan Air (cm) Penggaris	Jarak sensor dengan air (cm) Serial Monitor

C. TAHAP PASCA PRAKTIKUM

- 1) Matikan Serial Monitor pada Arduino IDE.
- 2) Cabut kabel USB (Micro/Type-B) dari laptop.

- 3) Buang semua air dari akrilik
- 4) Rapikan dan letakkan kembali rangkaianya
- 5) Tutup Arduino IDE di laptop

LAMPIRAN

Lampiran 1. Safety Induction

A. Identifikasi bahaya dan pengendalian resiko

a. Bahaya Umum

- tinggi
- bergerak

b. Pengendalian Risiko

- sesuai.
- digunakan.
- izin.
- aman.

B. Prosedur Keadaan Darurat

1. Kebakaran:

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

2. Kecelakaan atau Cedera:

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

3. Gangguan atau Kerusakan Peralatan:

- 0 Hentikan penggunaan perangkat yang mengalami gangguan.
- 0 Laporkan kepada teknisi laboratorium.
- 0 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



Lampiran 3. JSA (job safety analysis)

MEASUREMENT INSTRUMENTATION LABORATORY		TANGGAL	NO JSA	NO REV	DISIAPKAN
		12/12/2025	Modul	0	Nama_NRP
JOB SAFETY ANALYSIS		NAMA PEKERJAAN		DIPERIKSA	
		Judul Praktikum		Nama Laboran	
		LOKASI PEKERJAAN		DISETUJUI	
		Measurement Instrumentation System		Nama Laboran	
		APD YANG DIBUTUHKAN :		7. Lainnya, sebutkan	
		1. Helm Safety 2. Kacamata Safety 2. Sepatu Safety		SAFETY EQUIPMENT :	
		3. Sarung Tangan Safety 4. Sepatu Safety 5. Masker 6. Earplug/earmuff		1. APAR 2. Kotak P3K	
		Potensi Bahaya	Resiko	Rekomendasi Tindakan	Penanggung Jawab
		Potensi Bahaya	Resiko	Rekomendasi Tindakan	Person In Charge
		Sequence of Basic Job Steps	Risk		
Operation Procedure for Powering Up the Plant					
1.	Wear PPE and Connect Power	- Wear complete PPE (helmet, gloves, safety, shoes, mask)	- Exposure to electrical hazard - Faulty connection	- Electrical shock - Fire or equipment damage	- Use personal protective equipment (PPE) such as - Inspect cable and socket condition before connecting
2.	Turn On the Power Panel	- Switch On the 3-phase MCB carefully - Follow electrical safety procedures	- Electrical surge due to wrong activation	- Fire of panel damage	- Follow proper activation procedure.
3.	Check Panel Indicators and VSD Status	- Confirm all indicator lights are ON - Ensure VSD shows "rst" (standby condition)	- VSD not ready for operation	- System malfunction	- Verify all components are active and ready
Operation Procedure For Running and Shutting Down the Pump					
1.	Verify HMI Display	- Check that the HMI is ON - Confirm "Main Screen" is displayed.	- HMI not showing correct display.	- Mis operation, delayed start.	- Check HMI's status before continuing.
2.	Document Pump Components	- Take photos of all pump sections. - Record the names and locations of parts.	- Missing documentation.	- Data incomplete for report.	- Take clear, complete photos.
3.	Enable Pump in Manual Mode	- Select "Manual Mode" via navigation. - Press "Enable" and "On Pump" button.	- Incorrect mode selection.	- Pump not functioning properly.	- Double-check selection before enabling.
4.	Input VSD Value to Operate Pump	- Enter VSD value according to instructions. - Start pump to flow water.	- Wrong VSD value input.	- Flow instability or system damage.	- Confirm VSD settings before running.
5.	Verify HMI Display	- Set PID control type (value 3). - Press Mode to start running.	- Incorrect PID configuration.	- Poor control and system instability.	- Verify PID setting and monitor response.
6.	Measure Electrical and Mechanical Parameters	- Measure voltage and current with multimeter. - Measure pump rpm with tachometer.	- Mishandling instruments.	- Inaccurate data, equipment damage.	- Use instruments carefully and correctly.
7.	Repeat Test with Different VSD Values	- Adjust VSD settings. - Perform measurements again.	- Inconsistent adjustments.	- Data inconsistency, potential overload.	- Adjust and record systematically.
8.	Shutdown Procedure	- Press STOP to stop the system - Gradually decrease VSD to 0 Hz. - Press STOP again to turn off pump and VSD.	- Incomplete shutdown.	- Equipment damage, safety hazard.	- Follow shutdown sequence properly.
9.	Inspect Pump Condition	- Check for leaks and excessive vibration.	- Water leaks, vibration.	- Slip hazard, mechanical failure.	- Conduct thorough inspection post-operation.
10.	Clean and Store Equipment	- Clean VSD panel from dust. - Store measuring devices properly.	- Dirt accumulation. - Instrument loss or damage.	- Short circuits. - Measurement errors in future.	- Clean without water. - Store instruments safely.

Lampiran 4. Permit to work

	PERMIT TO WORK <i>MEASUREMENT INSTRUMENTATION LABORATORY</i>	
Doc: P2	Rev: 00	Date: 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 perizinan dan keselamatan kerja	YES	NO	
Apakah pelaksanaan pekerjaan ini telah disetujui oleh Dosen Pengampu Mata Kuliah?			
Apakah pelaksanaan pekerjaan ini telah disetujui oleh Kepala Laboratorium?			
Apakah telah disusun JSA (<i>Job Safety Analysis</i>)?			
Apakah APD yang sesuai telah dipersiapkan?			
<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Safety Helmet</i> ● <i>Safety Glasses</i> ● <i>Safety Gloves</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Safety Shoes</i> ● <i>Mask</i> ● <i>Earmuff</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lainnya, sebutkan: 	

Apakah area pekerjaan telah bebas dari bahan yang mudah terbakar?		
Apakah area pekerjaan telah bebas dari bahan yang mudah meledak?		
Apakah APAR 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