



USAID
DARI RAKYAT AMERIKA



**MODUL TUTORIAL
PENGUNAAN PERALATAN NRW DAN EE**

MODUL TUTORIAL PENGUNAAN PERALATAN NRW DAN EE

Desember 2019

Kredit Foto: BEMACO/USAID IUWASH PLUS

Produk informasi ini dibuat atas dukungan rakyat Amerika melalui United States Agency for International Development (USAID) dengan dukungan dan kerja sama Pemerintah Indonesia. Isi dari produk informasi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab DAI Global LLC dan tidak selalu mencerminkan pandangan USAID atau Pemerintah Amerika.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
BAGIAN 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Konsep Assessment NRW	2
1.3 Konsep Assessment Efisiensi Energi	4
1.4 Sistematika Modul Tutorial Penggunaan Peralatan NRW dan EE.....	6
BAGIAN 2. ULTRASONIC FLOWMETER	9
2.1 Fungsi dan Aplikasi Alat	9
2.2 Fitur Alat	9
2.3 Spesifikasi Alat.....	9
2.4 Anatomi Alat	10
2.5 Pengoperasian Alat.....	13
2.5.1 Persiapan Awal	13
2.5.2 Pengukuran	16
2.5.3 Pengunduhan Data Menggunakan Software.....	20
2.6 Perawatan Alat.....	22
2.7 Troubleshooting/Penyelesaian Masalah.....	22
BAGIAN 3. PORTABLE FLOWMETER TESTER	26
3.1 Fungsi dan Aplikasi Alat	26
3.2 Fitur Alat	26
3.3 Spesifikasi Alat.....	26
3.4 Anatomi Alat	27
3.5 Pengoperasian Alat.....	28
3.5.1 Persiapan Awal	28
3.5.2 Pengukuran	28
3.5.3 Menghentikan Operasi.....	29
3.6 Perawatan Alat.....	30
BAGIAN 4. PLASTIC WATER PIPE LOCATOR	31
4.1 Fungsi dan Aplikasi Alat	31
4.2 Fitur Alat	31
4.3 Spesifikasi Alat.....	31

4.4	Anatomi Alat	32
4.5	Pengoperasian Alat.....	33
4.5.1	Persiapan Awal	33
4.5.2	Operasional.....	34
4.6	Perawatan Alat.....	34
BAGIAN 5.	MAGNETIC & METAL LOCATOR	35
5.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	35
5.2	Fitur Alat	35
5.3	Spesifikasi Alat.....	35
5.4	Anatomi Alat	36
5.5	Pengoperasian Alat.....	38
5.6	Perawatan Alat.....	39
BAGIAN 6.	LEAK DETECTOR	40
6.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	40
6.2	Fitur Alat	40
6.3	Spesifikasi Alat.....	41
6.4	Anatomi Alat	42
6.5	Pengoperasian Alat.....	43
6.5.1	Persiapan	43
6.5.2	Pengukuran.....	44
6.6	Perawatan Alat.....	45
BAGIAN 7.	LISTENING STICK.....	46
7.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	46
7.2	Fitur Alat	46
7.3	Spesifikasi Alat.....	46
7.4	Anatomi Alat	47
7.5	Pengoperasian Alat.....	47
7.5.1	Persiapan	47
7.5.2	Pengukuran.....	48
7.6	Perawatan Alat.....	49
BAGIAN 8.	LEAK CORRELATOR	50
8.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	50
8.2	Fitur Alat	50
8.3	Spesifikasi Alat.....	51
8.4	Anatomi Alat	52
8.5	Pengoperasian Alat.....	53
8.5.1	Persiapan	53
8.5.2	Pengukuran.....	55
8.5.3	Pengambilan Data Pengukuran.....	55

8.5.4	Analisis Data Pengukuran.....	57
8.5.5	Mencetak Laporan Data Pengukuran	61
8.6	Perawatan Alat.....	62
BAGIAN 9.	PRESSURE GAUGE MANOMETER	63
9.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	63
9.2	Fitur Alat	63
9.3	Spesifikasi Alat.....	63
9.4	Anatomi Alat	64
9.5	Pengoperasian Alat.....	65
9.5.1	Persiapan	65
9.5.2	Pengukuran	65
9.6	Perawatan Alat.....	66
9.6.1	Troubleshooting/Penanggulangan Masalah	66
9.6.2	Perawatan	66
BAGIAN 10.	POWER ANALYZER.....	67
10.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	67
10.2	Fitur Alat	67
10.3	Spesifikasi Alat.....	67
10.4	Anatomi Alat	69
10.5	Pengoperasian Alat.....	70
10.5.1	Persiapan	70
10.5.2	Pengukuran	73
10.5.3	Mengunduh Data Pengukuran	74
10.6	Perawatan Alat.....	77
BAGIAN 11.	POWER CLAMP METER	78
11.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	78
11.2	Fitur Alat	78
11.3	Spesifikasi Alat.....	78
11.4	Anatomi Alat	79
11.5	Pengoperasian Alat.....	80
11.5.1	Persiapan	80
11.5.2	Pengukuran	80
11.6	Perawatan Alat.....	82
BAGIAN 12.	AVO METER	84
12.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	84
12.2	Fitur Alat	84
12.3	Spesifikasi Alat.....	84
12.4	Anatomi Alat	86
12.4.1	Tampilan Layar.....	86

12.4.2	Fungsi Tombol	87
12.4.3	Fungsi Saklar\.....	88
12.4.4	Fungsi Terminal	88
12.5	Pengoperasian Alat	88
12.5.1	Persiapan	89
12.5.2	Pengukuran	89
12.6	Perawatan Alat.....	94
BAGIAN 13.	THERMAL DETECTOR.....	95
13.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	95
13.2	Fitur Alat	95
13.3	Spesifikasi Alat.....	96
13.4	Anatomi Alat	97
13.4.1	Keterangan Alat.....	97
13.4.2	Keterangan Fungsi Tombol.....	99
13.4.3	Keterangan Antarmuka Alat.....	99
13.5	Operasional Alat.....	100
13.5.1	Persiapan	100
13.5.2	Pengukuran	111
13.5.3	Memindahkan Gambar/Video ke Komputer.....	113
13.5.4	MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK THTLINK.....	114
13.6	Perawatan Alat.....	115
BAGIAN 14.	DIGITAL STROBOSCOPE.....	116
14.1	Fungsi dan Aplikasi Alat	116
14.2	Fitur Alat	116
14.3	Spesifikasi Alat.....	116
14.4	Anatomi Alat	117
14.5	Pengoperasian Alat.....	118
14.5.1	Persiapan	118
14.5.2	Pengukuran	118
14.6	Perawatan Alat.....	118

DAFTAR TABEL



Tabel 1 Komponen NRW dalam Neraca Air.....	2
Tabel 2 Fungsi Tombol Keypad Utama Ultrasonic Flowmeter	11
Tabel 3 Permasalahan dan Penanganan Masalah Ultrasonic Flowmeter	23
Tabel 4 Fungsi Tombol Alat Leak Detector Primayer Mikron3	43
Tabel 5 Jarak Antar Sensor/Logger Alat Leak Correlator Primayer Enigma Untuk Setiap Jenis Pipa.....	51
Tabel 6 Permasalahan dan Penanggulangan Masalah Pressure Gauge Manometer Omega PGM Series.....	66
Tabel 7 Deskripsi Simbol pada Tampilan Layar Alat AVO Meter CA-5277	86
Tabel 8 Penjelasan Fungsi Saklar Putar Alat AVO Meter CA-5277	88
Tabel 9 Fungsi Tombol Alat Thermal Detector THT45W.....	99
Tabel 10 Arti Simbol Pada Antarmuka Utama Alat Thermal Detector THT45W.....	100
Tabel 11 Sub-Menu “Setting” yang Berpengaruh Terhadap Perekaman dan Pengukuran Data Alat Thermal Detector THT45W	103
Tabel 12 Nilai Emisivitas Material pada Alat Thermal Detector THT45W	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tahap pelaksanaan Audit Energi	5
Gambar 2 Anatomi Alat Ultrasonic Flowmeter.....	10
Gambar 3 Anatomi Alat Portable Flowmeter Tester (1).....	27
Gambar 4 Anatomi Alat Portable Flowmeter Tester (2).....	28
Gambar 5 Diagram Pemasangan Alat Portable Flowmeter Tester	29
Gambar 6 Anatomi Receiver Alat Plastic Pipe Locator RD500.....	32
Gambar 7 Anatomi TransOnde Alat Plastic Pipe Locator RD500.....	33
Gambar 8 Diagram Pemasangan Alat Plastic Pipe Locator	33
Gambar 9 Anatomi Tombol dan Tampilan Layar Magnetic & Metal Locator.....	36
Gambar 10 Anatomi Alat dan Kelengkapan Magnetic & Metal Locator	37
Gambar 11 Cara Penggunaan Alat dan Ilustrasi Sinyal Audio Yang Dideteksi Alat.....	38
Gambar 12 Ilustrasi Pola Sinyal Dari Pipa Jenis Cast Iron.....	38
Gambar 13 Ilustrasi Pelacakan Valve Berbahan Logam.....	39
Gambar 14 Anatomi Alat Leak Detector Primayer Mikron3.....	42
Gambar 15 Ilustrasi Pengukuran dan Hasil Bacaan Alat Leak Detector Primayer Mikron3	44
Gambar 16 Anatomi Alat Listening Stick Primayer Hykron.....	47
Gambar 17 Anatomi Alat Leak Correlator Primayer Enigma	52
Gambar 18 Ilustrasi dan Diagram Pemasangan Sensor Leak Correlator Primayer Enigma.....	55
Gambar 19 Anatomi Pressure Gauge Manometer Omega PGM-Series.....	64
Gambar 20 Anatomi Alat Power Analyzer Lutron DW-6095	69
Gambar 21 Penyesuaian Warna Untuk Konfigurasi Pemasangan Power Analyzer Lutron DW-6095	72
Gambar 22 Contoh Konfigurasi Pemasangan Power Analyzer Lutron DW-6095.....	72
Gambar 23 Anatomi Alat Power Clamp Meter Hioki 6288.....	79
Gambar 24 Pengukuran Arus Aliran AC Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288.....	80
Gambar 25 Pengukuran Arus Aliran DC Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288.....	81
Gambar 26 Pengukuran Tegangan Aliran AC Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288.....	81
Gambar 27 Pengukuran Tegangan Aliran DC Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288.....	81
Gambar 28 Pengukuran Hambatan Resistor Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288.....	82

Gambar 29 Pengukuran Kontinuitas Aliran Listrik Komponen Elektrikal Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288	82
Gambar 30 Langkah Penggantian Batere Alat Power Clamp Meter Hioki 6288	83
Gambar 31 Anatomi Tampilan Layar AVO Meter CA-5277	86
Gambar 32 Anatomi Tombol Alat AVO Meter CA-5277	87
Gambar 33 Anatomi Saklar Putar Alat AVO Meter CA-5277	88
Gambar 34 Anatomi Terminal Alat AVO Meter CA-5277	88
Gambar 35 Anatomi Tampak Depan dan Belakang Alat Thermal Detector THT45W	97
Gambar 36 Anatomi Tampak Samping, Atas, dan Bawah Alat Thermal Detector THT45W	98
Gambar 37 Anatomi Kompartemen Batere Alat Thermal Detector THT45W	98
Gambar 38 Anatomi Antarmuka Utama Alat Thermal Detector THT45W	99
Gambar 39 Sub-Menu Pengaturan Umum Alat Thermal Detector THT45W	102
Gambar 40 Bidang Pandang (Point of View) Alat Thermo Detector THT45W	111
Gambar 41 Tampilan Awal Aplikasi THTLink	114
Gambar 42 Anatomi Alat Digital Stroboscope Lutron DT-2239	117


DAFTAR SINGKATAN



AVO	Ampere, Volt, Ohm
EE	Energy Efficiency/Efisiensi Energi
NRW	Non-Revenue Water/Air Tidak Berekening
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum

BAGIAN I.

PENDAHULUAN



I.1 Latar Belakang

Permasalahan yang umum dihadapi dalam upaya penyediaan air minum untuk masyarakat di Indonesia diantaranya adalah rendahnya cakupan pelayanan air minum, terutama PDAM selaku perpanjangan tangan dari pemerintah untuk mengelola penyediaan air minum di wilayahnya masing-masing. Terdapat berbagai masalah yang menghambat pemerintah dan PDAM untuk meningkatkan pelayanan air minum, namun hal yang sering ditemukan adalah tingginya angka kehilangan air atau non-revenue water (NRW) dan tingginya biaya operasional PDAM.

Angka NRW pada pelayanan PDAM mengindikasikan volume air produksi yang tidak dapat dijual dan menjadi sumber pemasukan/revenue bagi PDAM. Dampak langsung dari angka NRW yang tinggi adalah berkurangnya pemasukan PDAM, yang berimbas kepada kurangnya kemampuan PDAM dalam pendanaan pengembangan dan pemeliharaan pelayanan air minum. Dampak lain dari tingginya angka NRW adalah mengurangi jumlah air produksi yang dapat digunakan untuk mengembangkan cakupan pelayanan dari PDAM itu sendiri. Dengan demikian, angka NRW yang tinggi dapat dianggap sebagai salah satu penyebab PDAM yang kesulitan meningkatkan cakupan pelayanan karena kekurangan air.

Sedangkan, biaya operasional PDAM memiliki keterkaitan dengan tarif air yang dibebankan kepada pelanggan dan kinerja keuangan dari PDAM itu sendiri. Semakin tinggi biaya operasional yang dikeluarkan oleh PDAM, maka semakin tinggi pula tarif air yang harus dibebankan kepada pelanggan untuk menutupi biaya operasional tersebut. Biaya operasional PDAM terdiri dari beberapa komponen biaya, namun pada umumnya komponen biaya terbesar adalah komponen bahan kimia dan energi listrik. Dengan demikian, tingginya biaya operasional PDAM mencerminkan tingginya penggunaan bahan kimia dan energi listrik untuk menjalankan pompa dalam proses pengolahan dan distribusi air minum. Namun, diantara kedua komponen tersebut, yang paling memungkinkan untuk dikendalikan oleh PDAM adalah komponen biaya listrik, karena penggunaan bahan kimia tidak dapat dihindari, terutama jika kualitas air baku yang diolah cukup buruk.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan upaya penurunan angka NRW dan peningkatan efisiensi pemakaian energi listrik untuk menekan biaya operasional merupakan langkah yang perlu diambil untuk meningkatkan kinerja dan cakupan pelayanan PDAM. Namun, kedua permasalahan tersebut memiliki keterkaitan dengan berbagai faktor dan permasalahan lainnya yang cukup kompleks, sehingga penyusunan dan prioritas program penurunan NRW dan peningkatan efisiensi energi perlu diperhitungkan dengan hati-hati dan matang agar dapat berjalan secara efektif.

Oleh karena itu, untuk dapat menyusun program penanganan NRW dan efisiensi energi yang tepat sasaran, perlu dilakukan tahap awal yang cukup krusial, yaitu tahap assessment. Agar kegiatan yang dilaksanakan pada tahap ini dapat berjalan dengan baik, cepat, dan akurat, maka diperlukan peralatan yang dapat mendukung kegiatan-kegiatan tersebut. Namun, tidak semua PDAM di Indonesia telah memiliki ataupun mengenal peralatan yang dimaksud, sehingga pelaksanaan tahap assessment ini dapat memakan banyak waktu dan tenaga, terutama untuk PDAM yang memiliki sistem pelayanan air minum yang kompleks.

Berkenaan dengan hal tersebut, Modul Tutorial Penggunaan Peralatan NRW dan EE ini disusun untuk membantu PDAM-PDAM di Indonesia dalam mengenal, menggunakan, dan memelihara beberapa peralatan yang dapat mendukung pelaksanaan tahap assessment untuk penanganan masalah NRW dan efisiensi energi. Peralatan yang terdapat di dalam modul tutorial ini adalah ultrasonic flowmeter, portable flowmeter tester, plastic pipe locator, magnetic and metal detector, leak detector, listening stick, leak correlator, pressure gauge manometer, power analyzer, power clamp meter, AVO multimeter, thermal detector, dan digital stroboscope. Adapun model atau jenis dari masing-masing alat pada modul ini menggunakan peralatan yang berasal dari bantuan program kerjasama antara USAID Indonesia Urban Water, Sanitation and Hygiene, Penyehatan Lingkungan Untuk Semua (IUWASH PLUS) dan Akademi Tirta Wiyasa (Akatirta) Kota Magelang.

Modul tutorial ini diharapkan dapat membantu PDAM di Indonesia untuk menurunkan angka NRW dan meningkatkan efisiensi pemakaian energi, yang berujung kepada peningkatan kualitas kinerja dan cakupan pelayanan air minum untuk masyarakat di Indonesia.

1.2 Konsep Assessment NRW

Langkah pertama yang perlu diambil dalam upaya mengurangi angka NRW adalah dengan mengembangkan suatu gambaran besar tentang sistem penyediaan air minum yang akan ditinjau, yang dapat dilakukan dengan menyusun suatu neraca air, atau dapat disebut juga dengan audit air. Penyusunan neraca air ini dapat membantu PDAM untuk memahami besaran dan sumber NRW, serta biaya yang harus dikeluarkan untuk menangani permasalahan tersebut. Neraca air dalam bentuk yang paling sederhana adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Input Sistem} &= \text{Konsumsi Resmi} + \text{Kehilangan Air} \\ &\text{atau} \\ \text{Kehilangan Air} &= \text{Input Sistem} - \text{Konsumsi Resmi}. \end{aligned}$$

Dalam tahapan perhitungan neraca air, dapat digunakan pengelompokan kehilangan air dan NRW berdasarkan International Water Association (IWA), seperti yang dapat dilihat pada Tabel I di bawah ini.

Tabel I Komponen NRW dalam Neraca Air

INPUT SISTEM	KONSUMSI RESMI	KONSUMSI RESMI BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN	AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)	
			KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN		
	KEHILANGAN AIR	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING		KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW (NON REVENUE WATER)
				KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	
		KEHILANGAN AIR FISIK		KONSUMSI TAK RESMI	
				METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA	
				KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA	
				KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN	
	LUAPAN PADA TANGKI DAN RESERVOAR				

Dengan menggunakan pengelompokan di atas sebagai acuan, dapat dilakukan langkah perhitungan neraca air sebagai berikut:

- a) Masukkan nilai volume Input Sistem
- b) Masukkan nilai Konsumsi Resmi Berekening, yaitu volume pasokan air kepada pelanggan yang tercatat pada meter air maupun dengan taksiran.
- c) Hitung nilai NRW, yaitu volume Input Sistem dikurangi Konsumsi Resmi Berekening.
- d) Masukkan nilai volume Konsumsi Resmi Tak Berekening untuk mendapatkan nilai Konsumsi Resmi, dengan menjumlahkan volume Konsumsi Resmi Berekening dan Konsumsi Resmi Tak Berekening.
- e) Hitung nilai Kehilangan Air, yaitu selisih antara volume Input Sistem dan volume Konsumsi Resmi.
- f) Masukkan nilai Kehilangan Air Komersil, yang terdiri dari Konsumsi Tidak Resmi dan Ketidakakuratan Meter Air Pelanggan dan Kesalahan pada Penanganan Data.
- g) Hitung nilai Kehilangan Fisik, yaitu selisih antara nilai volume Kehilangan Air dengan Kehilangan Komersial. Nilai volume Kehilangan Fisik menunjukkan besaran kehilangan air akibat kebocoran pada pipa utama, pipa dinas, atau luapan pada reservoir.

Agar dapat melakukan perhitungan neraca air seperti di atas, PDAM harus memiliki informasi yang pasti mengenai sambungan dan jaringan sistem penyediaan air minum yang dikelolanya, yang mencakup data-data sebagai berikut:

- a) Konsumsi berekening
- b) Konsumsi tidak berekening
- c) Konsumsi tidak resmi
- d) Ketidakakuratan meter pelanggan dan kesalahan penanganan data
- e) Data sambungan pengguna air
- f) Panjang pipa transmisi, pipa distribusi, dan pipa retikulasi
- g) Jumlah sambungan pelanggan yang terdaftar
- h) Perkiraan jumlah sambungan ilegal
- i) Tekanan rata-rata
- j) Data sebelumnya mengenai pipa pecah
- k) Tingkat pelayanan (24 jam, bergilir, tidak teratur, dll)

Namun, pada pelaksanaan di lapangan, metode perhitungan neraca air memiliki keterbatasan, yang utamanya diakibatkan oleh PDAM yang tidak memiliki data lengkap untuk melakukan penyusunan neraca air. Hal ini menyebabkan banyaknya unsur-unsur dalam neraca air yang hanya diestimasi secara kasar oleh PDAM, yang berimbas kepada berkurangnya keakuratan dari perhitungan neraca air itu sendiri.

Oleh karena itu, di sinilah peran dari peralatan NRW yang digunakan untuk membantu PDAM dalam melengkapi data-data sistem penyediaan air minum yang belum dimiliki. Peralatan NRW yang dimaksud dalam modul ini adalah sebagai berikut:

- 1) Portable Ultrasonic Flowmeter, digunakan untuk mengukur aliran air dalam pipa. Aplikasi dari alat ini adalah untuk mengukur aliran air yang masuk ke dalam suatu jaringan pipa air minum, terutama pada wilayah yang belum memiliki meter induk atau menggunakan sistem district meter area (DMA).
- 2) Portable Flowmeter Tester, digunakan untuk menguji keakuratan dari meter air pelanggan. Aplikasi dari alat ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kehilangan air akibat dari ketidakakuratan meter air pelanggan tanpa perlu melepaskan meter air tersebut, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengujian menjadi relatif lebih singkat.
- 3) Plastic Pipe Locator, digunakan untuk mendeteksi keberadaan pipa plastik (PVC, HDPE) yang tertanam di bawah permukaan tanah. Alat ini dapat diaplikasikan untuk membantu PDAM yang tidak memiliki pencatatan atau dokumentasi yang lengkap mengenai jaringan perpipaan distribusi dan retikulasi. Selain itu, alat ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan verifikasi dugaan keberadaan sambungan ilegal pada jaringan pipa PDAM.
- 4) Magnetic and Metal Locator, digunakan untuk mendeteksi keberadaan pipa logam (steel) dan valve yang tertanam di dalam tanah. Aplikasi dari alat ini hampir sama dengan plastic pipe locator, namun penggunaannya dapat lebih diarahkan untuk jalur pipa transmisi yang umumnya menggunakan pipa steel, dan untuk mengetahui posisi valve pada jaringan pipa distribusi.
- 5) Leak Detector, yang digunakan untuk melakukan verifikasi kebocoran pada pipa yang tertanam di bawah permukaan tanah. Pada pengaplikasian alat di lapangan, alat leak detector ini dapat digunakan untuk memastikan titik kebocoran yang dideteksi oleh alat leak correlator.
- 6) Listening Stick, yang juga digunakan untuk melakukan verifikasi kebocoran pada pipa yang tertanam di bawah permukaan tanah. Pada prinsipnya, aplikasi dari alat ini sama seperti leak detector, namun dengan tingkat kesulitan yang lebih tinggi karena hanya mengandalkan aspek audio atau pendengaran dari pengguna.
- 7) Leak Correlator, yang digunakan untuk mendeteksi kebocoran pada suatu jaringan perpipaan. Pada aplikasi di lapangan, alat ini akan lebih efektif untuk digunakan pada jaringan perpipaan yang telah diisolasi/DMA.
- 8) Pressure Gauge Manometer, yang digunakan untuk mengukur tekanan pada jaringan perpipaan. Pada aplikasi di lapangan, umumnya alat ini dipasang pada titik kritis pada jaringan pelayanan, guna mengetahui apakah sisa tekanan pada titik kritis tersebut masih memenuhi kriteria atau tidak.

1.3 Konsep Assessment Efisiensi Energi

Salah satu komponen terbesar dari seluruh biaya yang harus dikeluarkan oleh PDAM yang menggunakan sistem pemompaan, baik untuk transmisi air baku maupun distribusi air minum, adalah biaya listrik. Biaya ini bisa mencapai lebih dari 30% dari seluruh biaya operasional. Tingginya biaya listrik ini disebabkan oleh pemakaian energi sesuai dengan penambahan kapasitas produksi ataupun distribusi air minum, umur peralatan yang semakin tua, serta pemakaian energi yang tidak efisien.

Rendahnya efisiensi energi dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah desain sistem yang tidak optimal, instalasi listrik yang tidak memenuhi standar, pola operasional mekanikal dan elektrik yang tidak tepat, penurunan kinerja peralatan listrik dan pompa, pemeliharaan peralatan mekanikal dan listrik yang tidak sempurna, serta faktor non-teknis lainnya, seperti faktor kualitas sumber daya manusia (SDM) dan administrasi.

Berikut ini adalah gambaran dari permasalahan pada pemakaian listrik untuk penggerak motor pompa air:

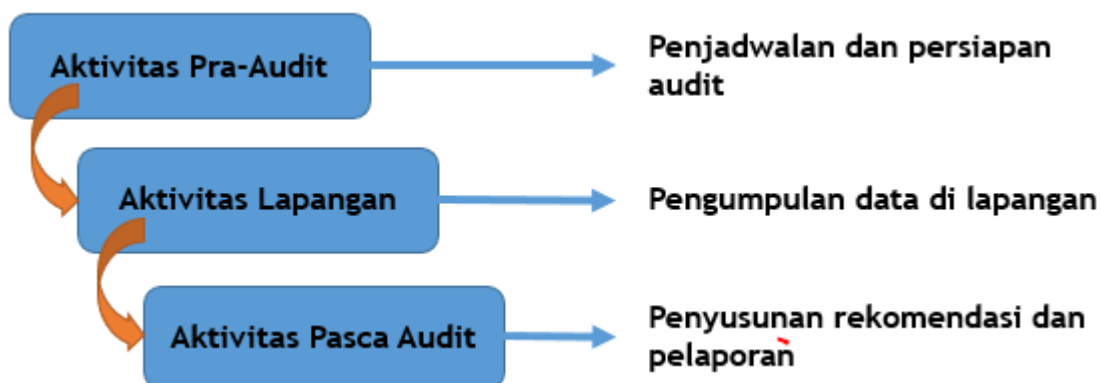
- a) Konsumsi listrik untuk keperluan pompa air pada PDAM diperkirakan dapat mencapai lebih dari 60% dari keseluruhan konsumsi listrik PDAM.
- b) Overdesign, di mana konfigurasi pompa air yang digunakan memiliki safety factor yang tinggi, sehingga mengakibatkan pompa bekerja di bawah titik kerja optimal. Hal ini menyebabkan efisiensi konversi, atau perbandingan pemakaian daya listrik dan daya hidrolis, menjadi sangat rendah.
- c) Sehubungan dengan permasalahan pada b), beberapa PDAM menerapkan pembatasan air yang dipompakan dengan menggunakan kran atau klep pembatas aliran. Hal ini menyebabkan efisiensi energi pada pompa semakin tidak efisien, karena pompa bekerja dengan kapasitas penuh, namun air yang teralirkan jauh lebih sedikit dari yang seharusnya dapat dipompakan.
- d) Penggunaan sistem perpipaan dengan diameter yang terlalu kecil, umumnya terjadi saat dilakukan penambahan kapasitas debit air pada sistem yang tidak diiringi dengan penggantian sistem perpipaan.

Dengan demikian, untuk mengatasi permasalahan-permasalahan efisiensi energi tersebut, diperlukan rangkaian tahapan kerja peningkatan efisiensi energi yang bersifat kontinyu dan dinamis. Rangkaian dari tahapan kerja tersebut diawali dengan kegiatan audit energi, yang merupakan langkah krusial untuk dapat merencanakan rangkaian program dan kegiatan yang efektif dan tepat sasaran.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, Audit Energi didefinisikan sebagai proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi. Audit energi ditujukan untuk mengevaluasi berapa besar energi yang dikonsumsi serta menghitung menentukan energi yang terbuang atau tidak dibutuhkan dan mengidentifikasi langkah-langkah yang dapat diambil untuk memanfaatkan energi lebih efisien. Hasil penemuan harus teranalisa, serta potensi dan besarnya pengurangan biaya energi harus terdefinisi. Tujuan utama adalah mengurangi konsumsi daya dan biaya melalui perubahan fisik atau operasional.

Gambar di bawah ini menunjukkan tahapan dari pelaksanaan audit energi:

Gambar 1 Tahap pelaksanaan Audit Energi



Tahap pra-audit mencakup sejumlah pengumpulan data dan review kegiatan yang diarahkan untuk perencanaan audit sehingga kegiatan di tempat dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Selama tahap

audit, auditor mengumpulkan data, berdiskusi dengan personil di lokasi, dan mengevaluasi pengoperasian SPAM, dll. Kegiatan pasca audit adalah termasuk melakukan penelitian tambahan, yang diperlukan untuk mempersiapkan analisis cost-benefit dari peningkatan efisiensi energi, dan menyusun konsep dan laporan akhir audit termasuk rekomendasi untuk meningkatkan kinerja. Setiap tahap proses audit diselesaikan dalam tahapan yang berurutan supaya konsisten dengan praktik umum audit dan untuk mencapai sasaran audit.

Untuk dapat mencapai tujuan dari audit energi tersebut, maka diperlukan peralatan untuk melakukan pengukuran di lapangan agar hasil yang didapatkan menjadi akurat. Peralatan pengukuran yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- 1) Portable Ultrasonic Flowmeter, digunakan untuk mengukur aliran air dalam pipa. Aplikasi dari alat ini adalah untuk mengukur aliran air yang dialirkan oleh pompa, guna mengetahui efisiensi pompa air saat ini.
- 2) Pressure Gauge Manometer, yang digunakan untuk mengukur tekanan pada jaringan perpipaan. Pada aplikasi untuk audit energi, alat ini dapat dipasang pada sisi discharge maupun suction dari pompa, dengan tujuan mengetahui head riil pada pompa yang beroperasi.
- 3) Power Analyzer, yang digunakan untuk mengukur kualitas daya pada suatu instalasi listrik, seperti volt-unbalance, jumlah harmonic, daya aktif, daya semu, dan reaktif, pemakaian tenaga listrik kWh dan kVArh, faktor daya, dan sudut fase. Alat ini diaplikasikan pada pengukuran di panel induk dan panel pembagi listrik yang besar dan tidak sempit.
- 4) Power Clamp Meter, yang digunakan untuk mengukur arus dan voltase listrik. Pada prinsipnya, parameter yang diukur oleh alat ini juga dapat diukur dengan menggunakan power analyzer. Namun pada aplikasinya lapangan, alat ini dapat digunakan untuk mengukur parameter kelistrikan pada panel kontrol lokal yang berukuran kecil dan sempit.
- 5) AVO Meter, yang digunakan untuk mengukur arus dan voltase listrik, daya listrik dalam kW, dan faktor daya ($\cos\phi$) yang diperlukan dalam perhitungan audit energi. Sama seperti power clamp meter, parameter yang dapat diukur oleh AVO meter secara prinsip juga dapat diukur oleh power analyzer, namun alat ini lebih ditujukan untuk digunakan pada panel kontrol lokal listrik yang kecil dan sempit.
- 6) Thermal Detector, yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan panas yang berlebihan dari suatu objek. Pada aplikasinya di lapangan, alat ini digunakan untuk mendeteksi panas yang muncul pada kabel, motor pompa, dan panel listrik, yang mengindikasikan adanya energi listrik yang terbuang, umumnya karena adanya penurunan kinerja alat, pemasangan atau penggunaan komponen yang tidak sesuai dengan kriteria.
- 7) Digital stroboscope, yang digunakan untuk mengukur perputaran poros pada motor pompa. Alat ini dapat diaplikasikan untuk mengetahui apakah kinerja pompa yang beroperasi masih sesuai dengan spesifikasi dari pompa tersebut, atau sudah mengalami penurunan kinerja.

1.4 Sistematika Modul Tutorial Penggunaan Peralatan NRW dan EE

Sistematika dari Modul Tutorial Penggunaan Peralatan NRW dan EE ini adalah sebagai berikut:

Penjelasan tersebut mencakup pengenalan alat, cara menggunakan alat, serta cara memelihara dan mengatasi permasalahan yang dapat terjadi dalam penggunaan alat.

Bagian 1 : Pendahuluan

Bagian ini menyajikan mengenai latar belakang penyusunan Modul Tutorial Penggunaan Peralatan NRW dan EE, konsep assessment NRW berupa neraca air serta peralatan yang dapat diaplikasikan untuk mendukung penyusunan neraca air, dan konsep assessment efisiensi energi berupa audit energi beserta dengan peralatan yang dapat diaplikasikan dalam pelaksanaan audit energi tersebut.

Bagian 2 : Ultrasonic Flowmeter

Bagian ini menjelaskan mengenai alat portable ultrasonic flowmeter, yang digunakan untuk mengukur berbagai parameter aliran air dalam pipa.

Bagian 3 : Portable Flowmeter Tester

Bagian ini berisi penjelasan alat portable flowmeter tester, yang digunakan untuk menguji keakuratan pengukuran meter air pelanggan.

Bagian 4 : Plastic Water Pipe Locator

Alat plastic water pipe locator yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan pipa plastik (PVC dan HDPE) yang tertanam di dalam tanah atau pada utilitas lainnya akan diuraikan pada bagian ini.

Bagian 5 : Magnetic and Metal Locator

Bagian ini menyajikan penjelasan mengenai alat magnetic and metal locator, yang dalam konteks penyediaan air minum, dapat berfungsi untuk mendeteksi pipa besi dan valve yang terletak di bawah permukaan tanah.

Bagian 6 : Leak Detector

Alat leak detector yang digunakan untuk menemukan kebocoran pada pipa yang terletak di bawah tanah ataupun utilitas umum lain seperti jalan dan trotoar, akan dibahas pada bagian ini.

Bagian 7 : Listening Stick

Alat listening stick yang memiliki fungsi yang identik dengan leak detector ini akan diuraikan pada bagian ini.

Bagian 8 : Leak Correlator

Bagian ini menjelaskan mengenai alat leak correlator, yang berfungsi untuk mendeteksi kebocoran pada suatu jaringan atau ruas pipa air minum.

Bagian 9 : Pressure Gauge Manometer

Penjelasan mengenai alat pressure gauge manometer, yang dapat digunakan untuk mengukur tekanan pada titik kritis dalam jaringan pipa distribusi maupun pada titik discharge dan suction suatu pompa akan disajikan pada bagian ini.

Bagian 10 : Power Analyzer

Bagian ini berisi penjelasan mengenai alat power analyzer yang berfungsi untuk mengukur dan menganalisa parameter kelistrikan pada pompa dan panel listrik.

Bagian 11 : Power Clamp Meter

Bagian ini menjelaskan mengenai alat power clamp meter yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan listrik.

Bagian 12 : AVO Meter

Bagian ini berisi penjelasan mengenai alat AVO meter yang berfungsi untuk mengukur arus dan tegangan listrik, beserta daya listrik dalam kW, dan faktor daya ($\cos\phi$) yang diperlukan dalam perhitungan audit energi.

Bagian 13 : Thermal Detector

Alat thermal detector yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan panas yang dipancarkan oleh suatu objek akan diuraikan pada bagian ini.

Bagian 14 : Digital Stroboscope

Bagian ini menyajikan penjelasan mengenai alat digital stroboscope yang digunakan untuk mengukur perputaran poros motor, yang dalam konteks penyediaan air minum berhubungan dengan pompa.

BAGIAN 2.

ULTRASONIC FLOWMETER

2.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Ultrasonic Flowmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju gerakan fluida di dalam pipa. Alat ini merupakan jenis flowmeter portable yang menggunakan teknologi gelombang ultrasonik.

Pada modul ini, jenis ultrasonic flowmeter yang digunakan adalah jenis KATflow 200.

2.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Ultrasonic Flowmeter model KatFlow 200:

1. Dapat digunakan untuk mengukur debit fluida pada pipa berdiameter 10 cm hingga 3 meter.
2. Dengan menggunakan sensor tambahan (thickness gauge), alat ini dapat digunakan untuk mengukur ketebalan dinding pipa baja/besi.
3. Kapasitas penyimpanan data dapat memuat sebanyak 30.000 – 100.000 data, sesuai dengan permintaan.
4. Proses produksi tidak perlu dihentikan saat melakukan instalasi alat ini.
5. Pengoperasian alat yang mudah.
6. Pemasangan alat ini tidak memerlukan sertifikat tertentu.
7. Desain alat yang sederhana dan kuat.
8. Alat mudah untuk dibawa bepergian.



2.3 Spesifikasi Alat

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Range kecepatan | : 0,001 – 25 m/detik |
| 2. Resolusi | : 0,25 mm/s |
| 3. Akurasi | : $\pm 1\%$ dari pengukuran |
| 4. Kode Tingkat Perlindungan | : IP65 |
| 5. Waktu respon | : 1 detik |
| 6. Pengukuran Ketebalan Pipa Opsional | : |

- Temperatur Rendah : l – 100 mm, temperatur -20 oC sampai 40 oC
 - Temperatur Normal : l – 200 mm, temperatur -20 oC sampai 60 oC
 - Temperatur Tinggi : l – 200 mm, temperatur 0 oC sampai 500 oC
7. Dimensi Alat : H 228 x W 72/117 x D 47 mm
8. Berat Alat : 650 gram
9. Satuan Pengukuran :
- Debit aliran : m³/jam, m³/menit, m³/detik, l/jam, l/menit, l/detik, USgal/jam (gallon USA), USgal/menit, USgal/detik, bbl/hari (barrel per hari)
 - Laju kecepatan aliran : m/detik, ft/detik, inch/detik
 - Laju aliran massa : gram/detik, ton/jam, kg/jam, kg/menit
 - Volume : m³, liter, gallon (gallon USA), bbl (barrel per hari)
 - Massa : gram, kg, ton
10. Jenis klem transducer : KIN Transducer

2.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi alat untuk unit ultrasonic flowmeter Katronic KATflow 200.

Gambar 2 Anatomi Alat Ultrasonic Flowmeter













1. Keypad: berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan alat, serta sebagai input data pada saat pengaturan awal penggunaan alat.
2. Display: menampilkan informasi input data pengaturan dan hasil pengukuran.
3. RS 232 Serial Interface: port koneksi untuk menghubungkan unit KATflow 200 dengan komputer.
4. KIN Transducer: sensor pembacaan sinyal ultrasonik yang dipantulkan pada bidang alir.
5. EDU/LEMU Connector: untuk menghubungkan sensor KIN dengan unit KATflow 200.
6. Mounting Clip: untuk menahan dan menempelkan sensor pada permukaan pipa agar tidak jatuh.






7. Wall Thickness Gauge NT: sensor yang digunakan untuk mengukur ketebalan dinding pipa.
8. Acoustic Coupling Gel: berfungsi untuk meningkatkan perambatan suara antara transducer dan bidang alir.

Sedangkan, berikut ini adalah penjelasan pada tombol=tombol yang terdapat pada keypad alat utama.

Tabel 2 Fungsi Tombol Keypad Utama Ultrasonic Flowmeter


Tombol	Fungsi Utama	Fungsi Sekunder
	Entri karakter: I (tekan tombol sekali) , (tekan tombol dua kali) . (tekan tombol tiga kali) _ (tekan tombol empat kali)	NEXT: menunjukkan item pilihan berikutnya.
	Entri karakter: A (tekan tombol sekali) B (tekan tombol dua kali) C (tekan tombol tiga kali) 2 (tekan tombol empat kali) / (tekan tombol lima kali)	QON = Memulai/reset fungsi totaliser.
	Entri karakter: D (tekan tombol sekali) E (tekan tombol dua kali) F (tekan tombol tiga kali) 3 (tekan tombol empat kali) ? (tekan tombol lima kali)	DISP = Menunjukkan display berikutnya.
	Entri karakter: G (tekan tombol sekali) H (tekan tombol dua kali) I (tekan tombol tiga kali) 4 (tekan tombol empat kali) M (tekan tombol lima kali)	Q- = Reset nilai total negatif.
	Entri karakter: J (tekan tombol sekali)	

Tombol	Fungsi Utama	Fungsi Sekunder
	K (tekan tombol dua kali) L (tekan tombol tiga kali) 5 (tekan tombol empat kali) > (tekan tombol lima kali)	
	Entri karakter: M (tekan tombol sekali) N (tekan tombol dua kali) O (tekan tombol tiga kali) 6 (tekan tombol empat kali) \$ (tekan tombol lima kali)	Q+ = Reset nilai total positif.
	Entri karakter: P (tekan tombol sekali) Q (tekan tombol dua kali) R (tekan tombol tiga kali) S (tekan tombol empat kali) 7 (tekan tombol lima kali)	MUX = Mengaktifkan/nonaktifkan Multiplexer (di mana fungsi multi saluran disediakan)
	Entri karakter: T (tekan tombol sekali) U (tekan tombol dua kali) V (tekan tombol tiga kali) 8 (tekan tombol empat kali) * (tekan tombol lima kali)	QON = Menghentikan fungsi totaliser.
	Entri karakter: T (tekan tombol sekali) U (tekan tombol dua kali) V (tekan tombol tiga kali) 8 (tekan tombol empat kali) * (tekan tombol lima kali)	DIRECT = Mengakses plotting tren
	Menggeser pilihan item menu/daftar ke atas	Menghapus/backspace karakter

Tombol	Fungsi Utama	Fungsi Sekunder
	Entri karakter: . (poin desimal)	Menyalakan/mematikan backlight LCD
	Entri karakter: 0 (tekan tombol sekali) Spasi (tekan tombol dua kali) + (tekan tombol tiga kali) = (tekan tombol empat kali) # (tekan tombol lima kali)	
	Menggeser pilihan item menu/daftar ke bawah	Entri karakter: - (tanda minus)
	ESC = Keluar dari item menu	Membatalkan entri tanpa menyimpan Mematikan alat jika ditekan lebih dari 2 detik
	ENTER = Masuk ke item menu	Konfirmasi entri dengan menyimpan Menyalakan alat jika ditekan lebih dari 2 detik

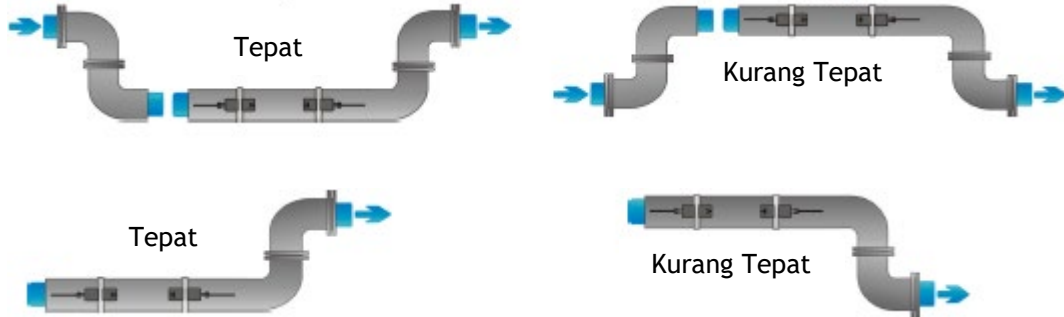
2.5 Pengoperasian Alat

2.5.1 Persiapan Awal

1. Baca manual cara penggunaan
2. Siapkan seluruh bagian peralatan
3. Nyalakan alat dengan menekan tombol “ENTER” () selama dua detik.
4. Pastikan batere dalam kondisi penuh/tidak kosong
5. Pilih lokasi pipa yang akan diukur. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi pipa yang akan diukur:
 - Pipa Horizontal
 - a. Pilih lokasi di mana transducer dapat dipasang pada sisi pipa, sehingga gelombang suara yang dikeluarkan oleh transducer dapat merambat secara horizontal di dalam pipa. Hal ini mencegah partikel solid yang terendapkan di dasar pipa dan kantung udara yang mengisi bagian atas pipa tidak mempengaruhi perambatan sinyal dalam fluida yang diukur.



b. Pilih titik pengukuran pada lokasi pada bagian pipa tidak akan kosong.

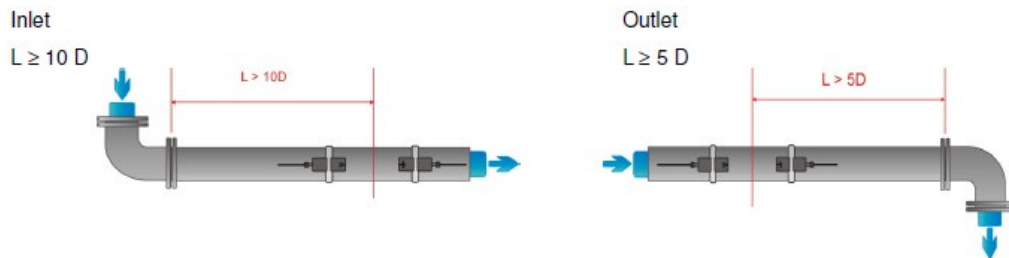


- **Pipa Vertikal**
Pilih titik pengukuran pada lokasi di mana fluida mengalir ke atas untuk memastikan bahwa pipa terisi penuh.

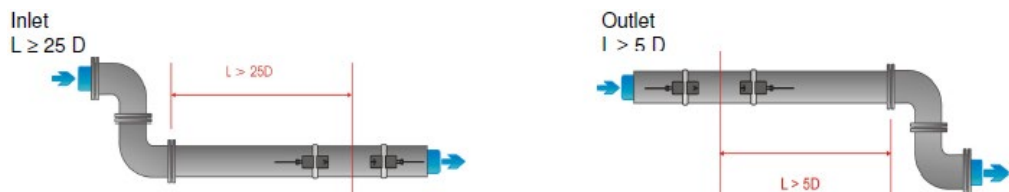


- **Pipa Dengan Turbulensi**
Cari lokasi pemasangan pipa dengan panjang pipa lurus yang cukup untuk mendapatkan pengukuran yang akurat. Berikut ini adalah panduan mengenai jarak pemasangan sensor dari sumber turbulensi yang disarankan.

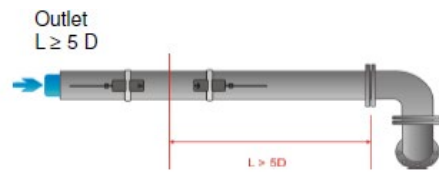
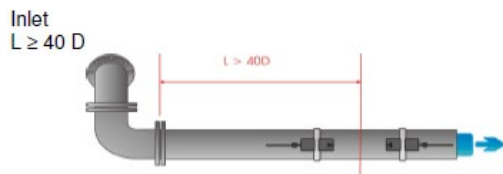
a. Sumber Turbulensi: Siku-90o



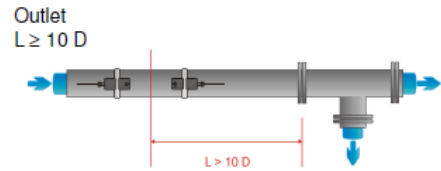
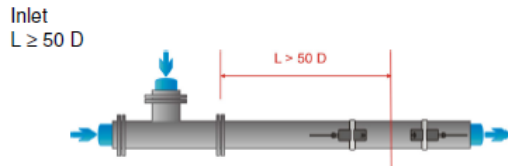
b. Sumber Turbulensi: 2 x Siku-90o dalam satu sumbu



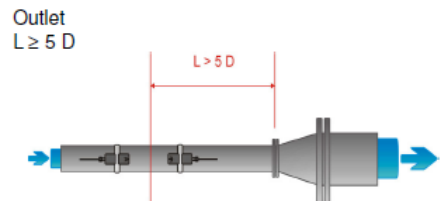
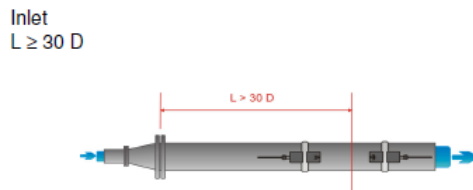
c. Sumber Turbulensi: 2 x Siku-90o dalam sumbu yang berbeda



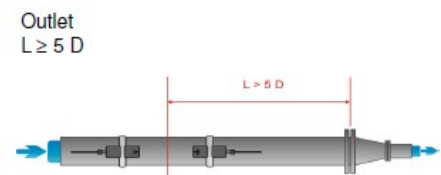
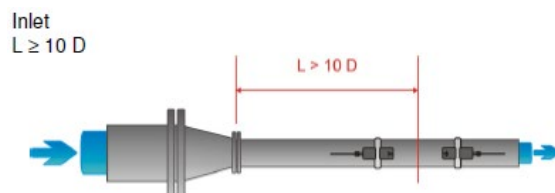
d. Sumber Turbulensi: T-Section



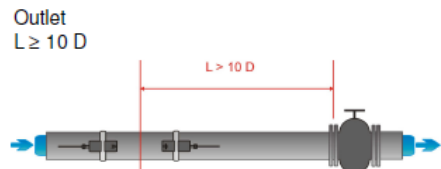
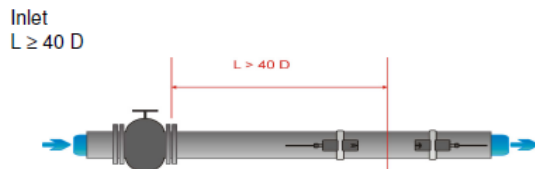
e. Sumber Turbulensi: Diffuser



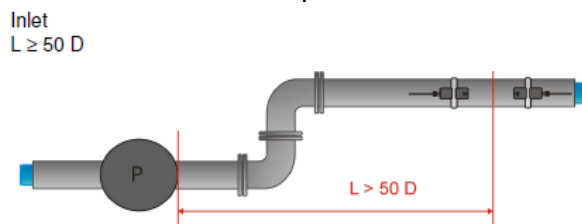
f. Sumber Turbulensi: Reducer



g. Sumber Turbulensi: Valve



h. Sumber Turbulensi: Pompa





Keterangan: D = Diameter pipa

6. Kondisikan bagian permukaan pipa yang akan dilakukan pengukuran, dengan cara sebagai berikut:
 - Bersihkan kotoran dan debu dari permukaan pipa yang akan dipasang sensor.
 - Kikis cat yang mengelupas dan karat dengan menggunakan amplas.
7. Siapkan data-data pendukung untuk memudahkan input data pengukuran:
 - Jenis material pipa
 - Diameter luar pipa

- Ketebalan dinding pipa
- Jenis fluida yang akan diukur
- Keberadaan layer/lapisan pada pipa
- Ketebalan layer/lapisan pada pipa

2.5.2 Pengukuran

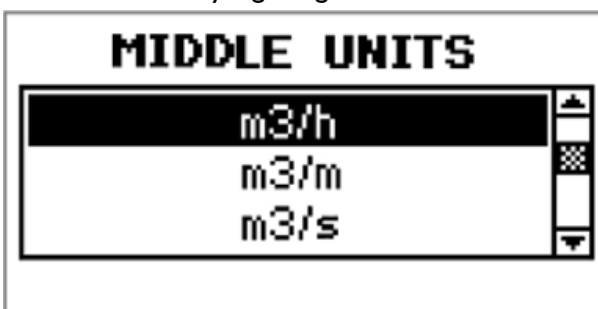
1. Pastikan alat telah menyala
2. Pasangkan transducer ke alat utama
3. Tekan tombol “ENTER” untuk masuk ke Daftar Menu
4. Gunakan tombol “UP” () dan “DOWN” () untuk memilih pilihan menu “Quick Start”. Tekan tombol “ENTER” pada pilihan menu “Quick Start”.



5. Pada daftar menu “Quick Start”, pilih “Setup Wizard” dan tekan tombol “ENTER”.



6. Pilih satuan debit yang diinginkan, lalu tekan tombol “ENTER”



7. Pilih jenis material pipa yang diinginkan, lalu tekan tombol “ENTER”



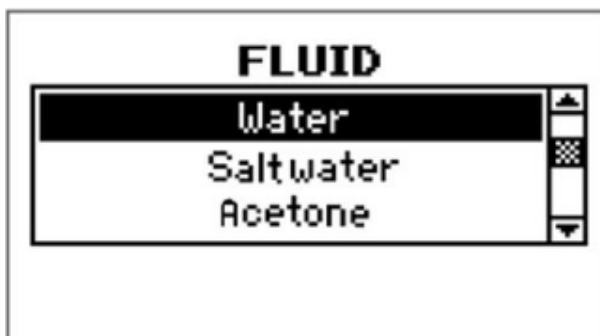
8. Masukkan data diameter pipa, lalu tekan tombol "ENTER". Gunakan tombol "UP" untuk menghapus angka jika terdapat kesalahan input data.



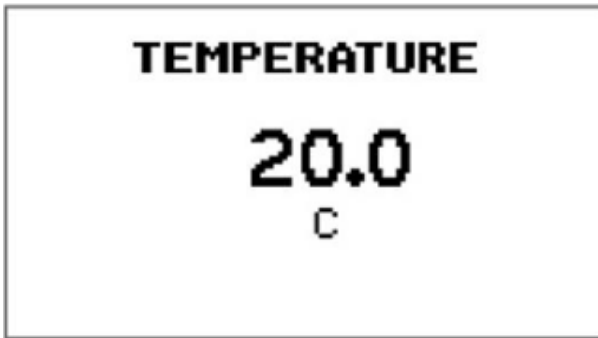
9. Masukkan data ketebalan pipa, lalu tekan tombol "ENTER"



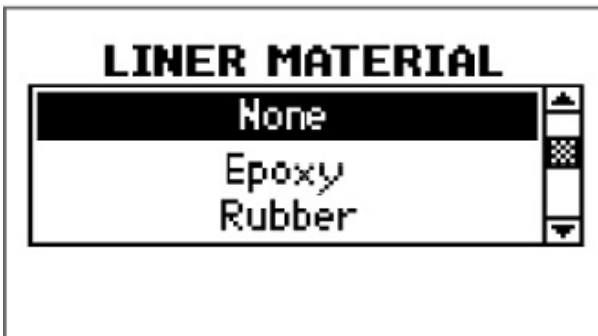
10. Pilih jenis fluida yang akan diukur, lalu tekan tombol "ENTER"



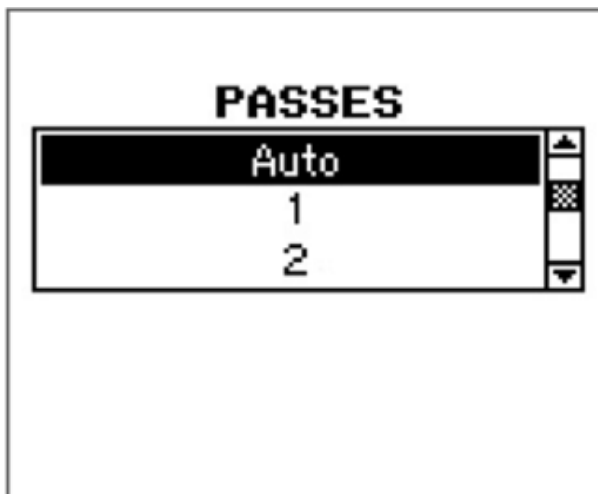
11. Masukkan data suhu fluida, lalu tekan tombol “ENTER”



12. Masukkan data jenis layer/lapisan pipa (jika ada), lalu tekan tombol “ENTER”

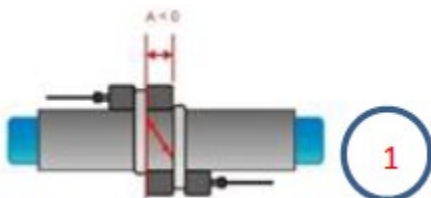


13. Pilih metode penempatan sensor (jumlah pass), lalu tekan tombol “ENTER”

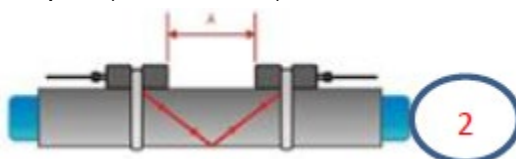


Perlu diperhatikan cara pemasangan transducer berdasarkan jumlah pass, seperti yang dapat dilihat sebagai berikut:

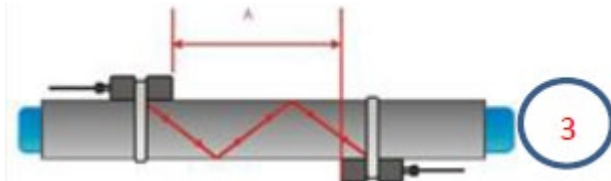
1: 1 pass (mode diagonal)



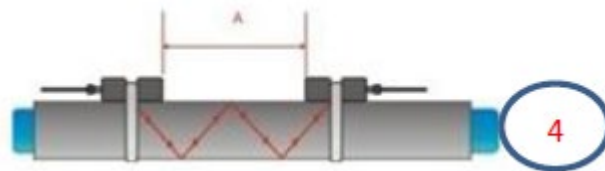
2: 2 pass (mode refleksi)



3: 3 pass (mode diagonal)



4: 4 pass (mode refleksi)



...dst

Adapun yang paling umum dan relatif mudah digunakan pada banyak situasi dan kondisi adalah metode 2 pass.

14. Lumuri transducer dengan menggunakan acoustic couplant gel.



15. Pasang dan kencangkan transducer ke permukaan pipa menggunakan clip mounting.



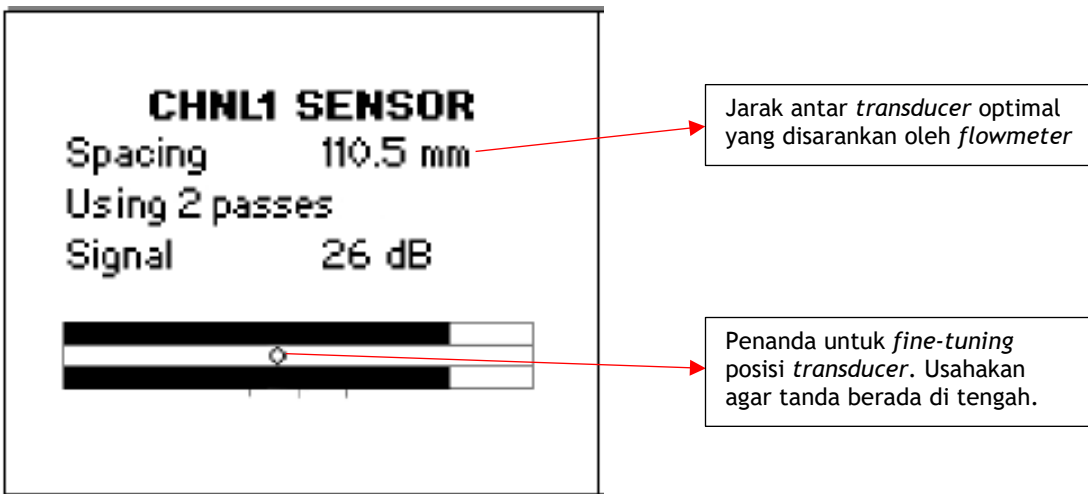
Pastikan kedua transducer dengan bagian yang tidak terdapat kabel saling menghadap satu sama lain.




16. Kembali ke pilihan menu awal, lalu pilih “Start Measurement” dan tekan tombol “ENTER”.



17. Sesuaikan jarak kedua transducer seperti yang tertera pada layar flowmeter dengan bantuan measuring tape atau alat pengukur lainnya.





Usahakan sinyal penuh dan tanda  berada di tengah. Dekatkan atau jauhkan transducer untuk mendapatkan sinyal yang penuh dan tanda berada di posisi yang diinginkan.

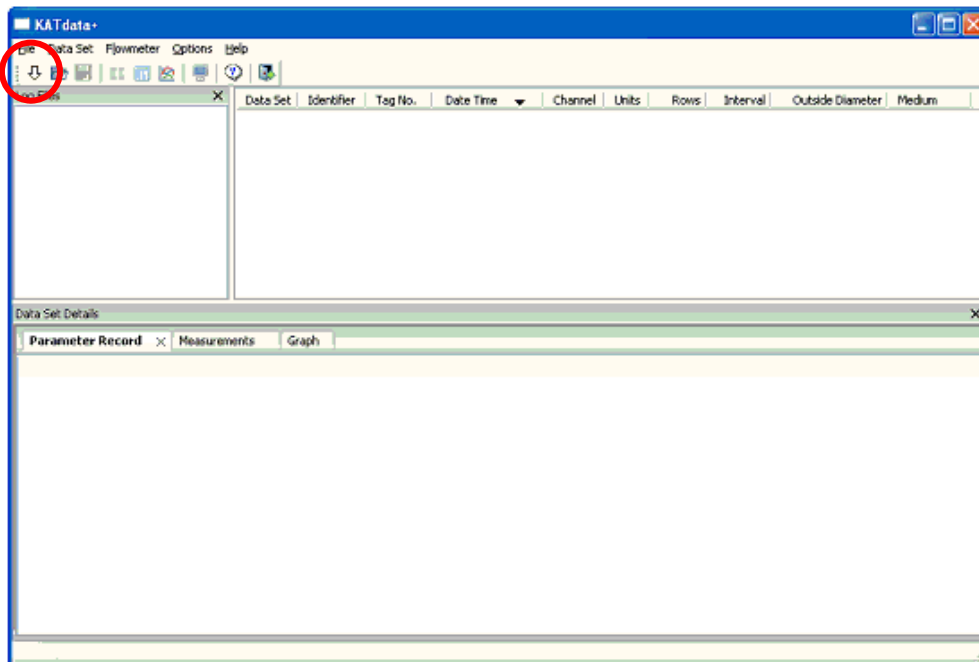
18. Apabila kondisi sinyal sudah ideal, tekan tombol “ENTER” untuk memunculkan tampilan pengukuran debit.



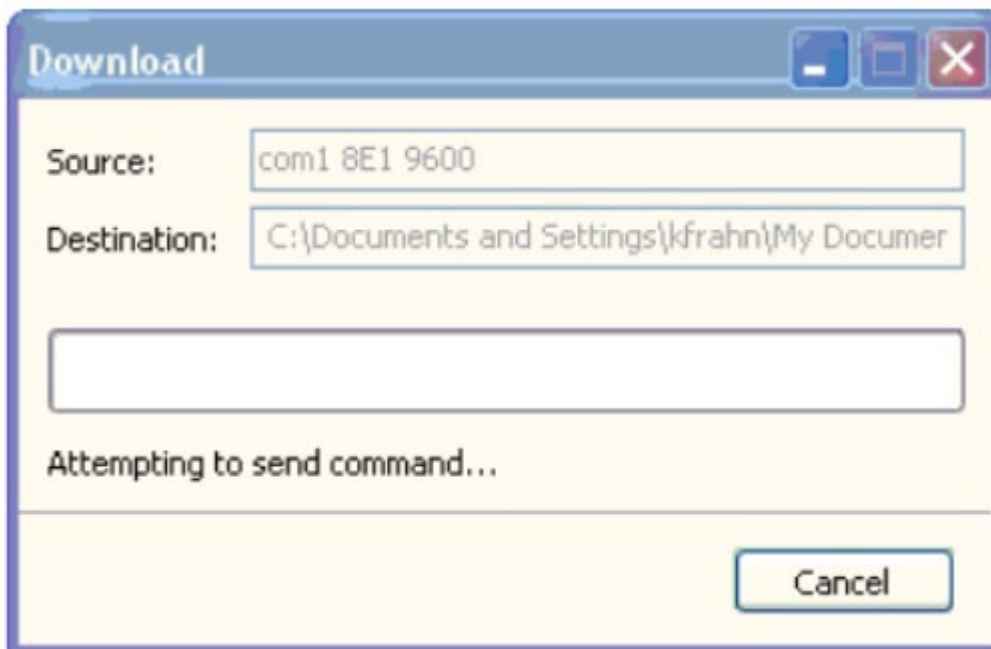
2.5.3 Pengunduhan Data Menggunakan Software

1. Lakukan instalasi perangkat lunak di komputer/PC/laptop (software dan driver)
2. Buka software dengan icon  pada komputer/PC/laptop yang telah dilakukan instalasi.
3. Nyalakan alat ultrasonic flowmeter.

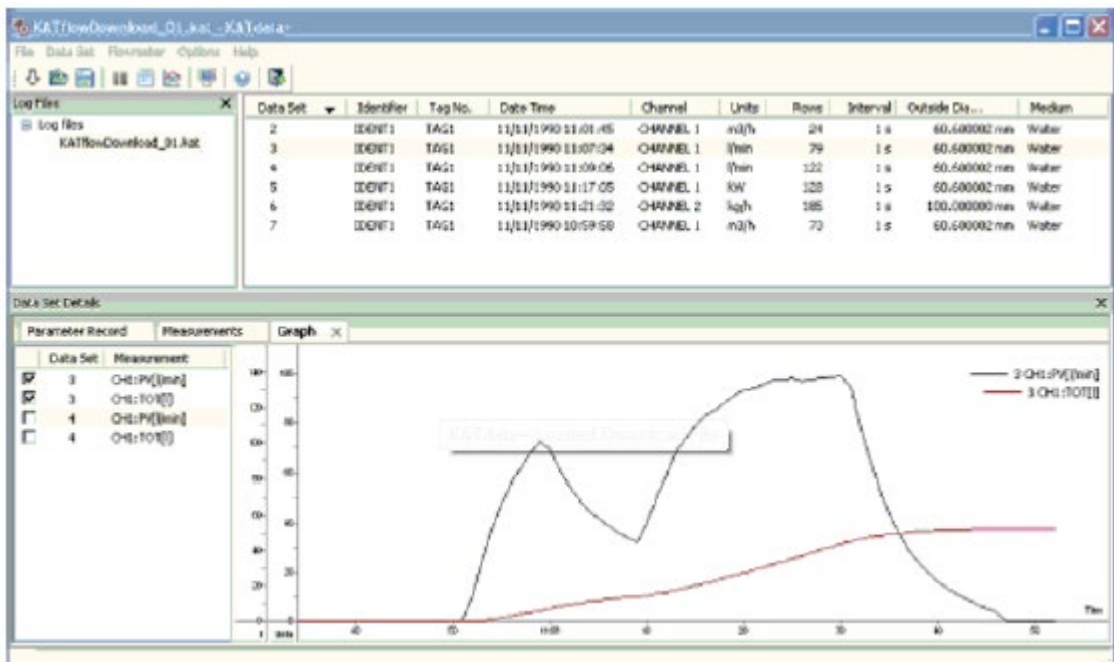
4. Hubungkan komputer dengan alat menggunakan perangkat kabel USB. Tunggu hingga muncul tampilan jendela seperti di bawah ini. Pilih icon “KATflow Download” () yang terletak pada bagian kiri atas dari tampilan jendela (tanda merah).



5. Setelah icon tersebut dipilih, maka akan tampil jendela seperti di bawah ini.



6. Tunggu hingga proses pengunduhan selesai. Setelah proses pengunduhan selesai, akan muncul tampilan jendela seperti di bawah ini.



7. Untuk mencetak hasil pembacaan, pilih tab “File” pada bagian kiri atas tampilan jendela, kemudian pilih opsi “Print”.

2.6 Perawatan Alat

1. Matikan alat ultrasonic flowmeter KATflow 200 jika telah selesai digunakan dengan menekan tombol “ESCAPE” (ESC) selama 2 detik.
2. Bersihkan sisa acoustic couplant gel dari transducer.
3. Selalu pindahkan data ke komputer/PC/laptop setelah selesai melakukan pengukuran.
4. Hapus data pengukuran yang sudah tidak dibutuhkan lagi di dalam alat ultrasonic flowmeter.
5. Simpan peralatan di suhu ruangan normal (25 oC).
6. Jangan menyimpan alat ultrasonic flowmeter KATflow 200 di tempat dengan kelembaban tinggi dalam jangka panjang.
7. Jaga agar transducer tidak dibanting atau dilempar karena hal tersebut dapat merusak fisik sensor.

2.7 Troubleshooting/Penyelesaian Masalah

Umumnya permasalahan pada pengukuran disebabkan oleh lemahnya kekuatan atau buruknya kualitas sinyal. Hal pertama yang perlu diperiksa jika menemukan permasalahan pada pengukuran adalah sebagai berikut:

Apakah acoustic coupling gel yang digunakan sudah cukup?

Apakah jumlah pass dalam pengukuran dapat diganti? Secara umum, semakin banyak pass yang digunakan, hasil pengukuran akan semakin akurat, sementara semakin sedikit jumlah pass, maka kekuatan sinyal akan lebih kuat.

Apakah ada sumber bunyi atau gangguan di dekat titik pengukuran?

Apakah sinyal dapat ditingkatkan dengan menggerakkan sensor pada permukaan pipa secara melingkar?

Apakah parameter aplikasi yang digunakan sudah benar?

Selain permasalahan di atas, terdapat beberapa kemungkinan permasalahan lainnya, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Permasalahan dan Penanganan Masalah Ultrasonic Flowmeter

No.	Pesan Error	Kelompok	Deskripsi	Penanganan Masalah
1	USB INIT FAIL	Hardware	Internal board communication error	Hubungi Layanan Pelanggan
2	NO SERIAL NO.	Hardware	Failed to read from FRAM	Hubungi Layanan Pelanggan
3	NO VERSION NO.	Hardware	Failed to read from FRAM	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
4	PARA READ FAIL	Hardware	Failed to read from FRAM	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
5	PARA WRITE FAIL	Hardware	Failed to write to FRAM	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
6	VAR READ FAIL	Hardware	Failed to read from FRAM	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
7	VAR WRITE FAIL	Hardware	Failed to write to FRAM	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
8	SYSTEM ERROR	Hardware		Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
9	VISIBILITY ERR	Hardware	Failed to read from FRAM	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
10	FRAM LONG WRITE ERR	Hardware	Failed to write to FRAM	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
11	FRAM READ ERR	Hardware	Failed to read from FRAM	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
12	RTC ERR	Hardware	Real Time Clock Failure	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
13	EXTMEM ERR	Hardware	Logger memory failure	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
14	SPI ERR	Hardware	SPI bus failure	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan

No.	Pesan Error	Kelompok	Deskripsi	Penanganan Masalah
15	I2C ERR	Hardware	I2C bus failure	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
16	MATH ERR	Software	Internal calculation error	Hubungi Layanan Pelanggan
17	ADDR ERR	Software	Internal calculation error	Hubungi Layanan Pelanggan
18	OSC ERR	Software	Internal calculation error	Hubungi Layanan Pelanggan
19	ADC ERR	Software	Internal calculation error	Hubungi Layanan Pelanggan
20	IO ERR	Software	Internal calculation error	Hubungi Layanan Pelanggan
21	TIMING ERR	Software	Internal calculation error	Hubungi Layanan Pelanggan
22	COMM INIT ERR	Hardware	Internal communication error	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
23	COMM START ERR	Hardware	Internal communication error	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
24	COMM HS0 ERR	Hardware	Internal communication error	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
25	COMM HSI ERR	Hardware	Internal communication error	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
26	COMM READ AVE ERR	Hardware	Internal communication error	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
27	COMM READ RAW ERR	Hardware	Internal communication error	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
28	COMM READ HISTORY ERR	Hardware	Internal communication error	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
29	COMM CRC ERR	Hardware	Internal communication error	Nyalakan/Matikan alat, atau hubungi Layanan Pelanggan
30	SENSOR COUPLING ERR	Application	Weak sensor coupling, low SNR	Sambungkan lagi sensor, periksa pemasangan alat, kurangi jumlah pass, cari lokasi lain, atau hubungi Layanan Pelanggan

Apabila terdapat permasalahan pada saat proses pengunduhan data, lakukan langkah-langkah berikut ini:

Periksa apakah alat flowmeter telah dinyalakan dan tidak berada di dalam mode pengukuran.

Periksa apakah port COM dengan nomor yang sama dialokasikan ke dalam “Device Manager” (atau sejenisnya) seperti yang diatur di dalam software KatData+.

Periksa apakah pengaturan (baud, parity, word length, stop bits) sudah identik.

Gunakan konektor yang disediakan, baik untuk menyambungkan kepada port COM 9 pin atau melakukan konversi dari serial communication menuju Universal Serial Bus (USB).

Apakah logger berada dalam mode “Wrap”? Jika “ya”, gunakan program terminal dan bahasa command “Log download”. Jika “tidak”, software KatData+ juga dapat digunakan.

BAGIAN 3. PORTABLE FLOWMETER TESTER

3.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Portable Flow Meter Tester adalah alat ukur yang dapat digunakan untuk melakukan verifikasi meter air, baik di jaringan perpipaan PDAM maupun pada meter air instalasi pengolahan air.

Pada modul ini, portable flow meter tester yang digunakan adalah jenis EMSYST R25P.

3.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Portable Flow Meter Tester EMSYST R25:

1. Alat ini dapat digunakan untuk melakukan verifikasi meter air di lokasi tanpa perlu menurunkan meter air yang sedang diuji.
2. Tingkat aliran diatur secara manual dengan katup penutup.
3. Ketika pengukuran dimulai, operator dapat mengamati debit aliran, laju aliran, dan suhu air secara langsung/real time dari tampilan alat.
4. Pada akhir pengukuran, kesalahan pembacaan meter air yang diuji akan ditunjukkan dalam [%]. Terdapat juga indikasi debit aliran rata-rata dalam (m³/jam), lama pengukuran dalam satuan [detik] dan jumlah cairan yang melewati alat dalam satuan [m³].
5. Tingkat ketelitian alat:
 - Water meter error : 0,01%
 - Debit aliran : 0,0001 m³/jam
 - Volume air : 0,000001 m³ (0,001 liter)
 - Durasi pengujian : 0,01 detik
 - Temperatur : 0,1 oC



3.3 Spesifikasi Alat

1. Range debit : 0,05 m³/jam hingga 5,0 m³/detik
2. Akurasi : 0,05 m³/jam hingga 0,20 m³/jam ($\leq \pm 1,0\%$)
0,20 m³/jam hingga 5,00 m³/jam ($\leq \pm 0,4\%$)

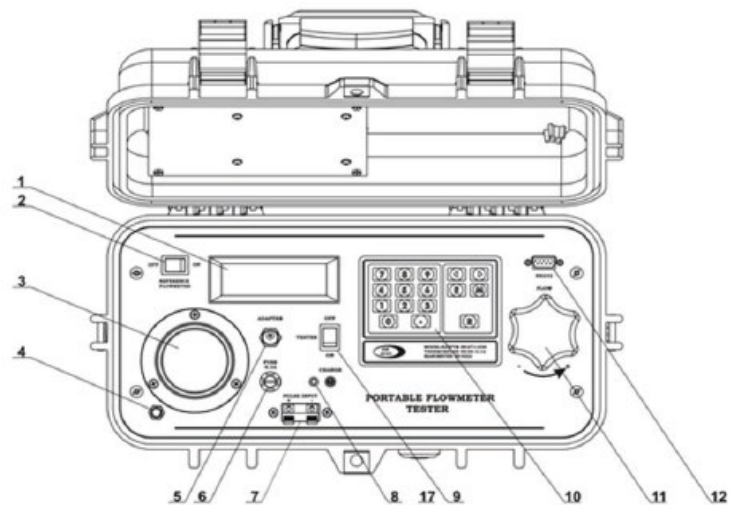
- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| 3. Meter referensi | : Tipe mekanikal |
| 4. Temperatur air | : maksimum 30oC |
| 5. Tekanan air | : maksimum 10 bar |
| 6. Tampilan | : 10 digit dan 5 kunci perintah |
| 7. Akurasi sensor temperatur | : ±1,0% |
| 8. Berat Alat | : 6 V/ 4,5 Ah |
| 9. Operasional Batere | : Minimal 35 jam |
| 10. Waktu pengisian batere | : 10 jam |
| 11. Sambungan pipa | : Dia. ¾ inch |
| 12. Dimensi (dalam cm) | : 43/25/35 |
| 13. Berat | : Maksimum 7 kg |

3.4 Anatomi Alat

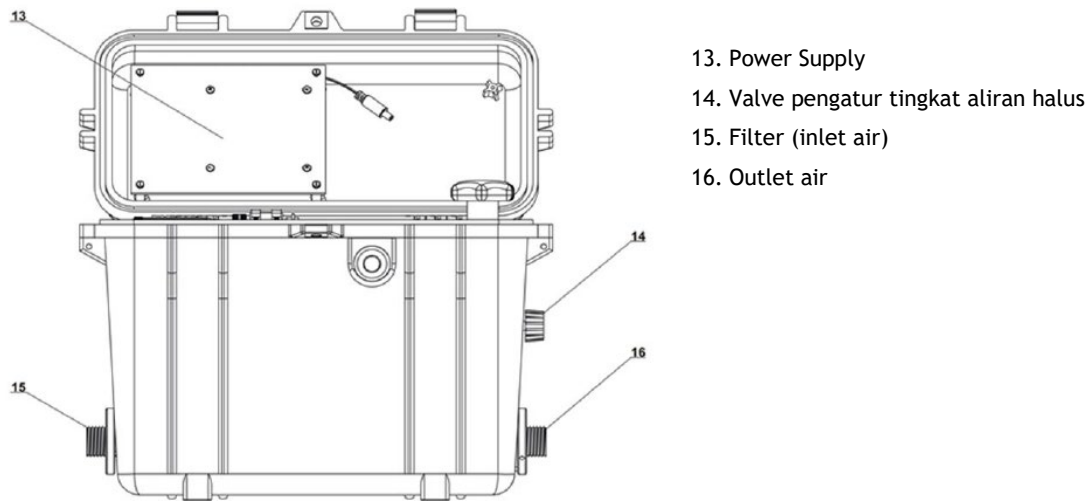
Berikut ini adalah anatomi dari alat portable flow meter tester EMSYST R25.

Gambar 3 Anatomi Alat Portable Flowmeter Tester (1)

1. Tampilan *display* alfa-numerik emi
2. Adapter
3. Manometer/pengukur tekanan
4. Soket tombol kendali jarak jauh
"Mulai/Berhenti Pengukuran"
5. Soket colokan untuk adapter
6. Fuse 1.6 A
7. Terminal "Pulse Input"
8. Indikasi "Adaptor Menyala"
9. Saklar untuk menyalakan alat
10. Keyboard
11. Valve pengatur aliran kasar
12. Soket RS232
17. Indikator pengisian daya



Gambar 4 Anatomi Alat Portable Flowmeter Tester (2)



3.5 Pengoperasian Alat

3.5.1 Persiapan Awal

1. Deaerasi

Untuk menghindari tekanan/lonjakan hidrolis, atur keran/valve dan katup dengan halus. Kran air dinyalakan halus ke posisi tengah.

2. Menyalakan Tester/Station

Colokkan tombol pengendali jarak jauh pengukuran ke soket 4. Tekan tombol/saklar nomor 9 untuk menghidupkan alat.

3. Memasukkan Data

Tekan tombol M. Tampilan alat akan memasuki menu “Data to Archive” dengan indikasi sebagai berikut:

DATE: 00:00:0000

AN: 00000000

VN: 00000000 MEM?

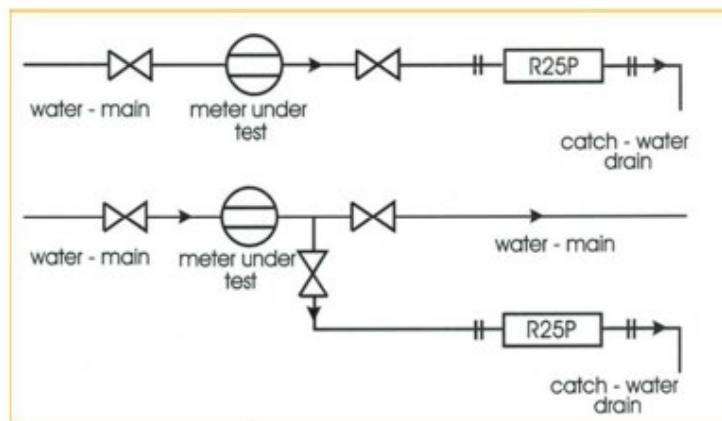
CO

3.5.2 Pengukuran

1. Mode Verifikasi “FLYING START”

- Menu ini digunakan untuk verifikasi meter air tunggal tanpa dilepaskan dari tempat operasinya atau dengan kata lain dipasangkan pada test bench dengan menggunakan R25 sebagai standar. Perhitungan kesalahan dilakukan secara otomatis.
- Pasang alat sesuai dengan konfigurasi di bawah ini.

Gambar 5 Diagram Pemasangan Alat Portable Flowmeter Tester



- Tekan tombol M pada keyboard. Tampilan alat akan memasuki menu “Verification in FLYING START Mode”. Kemudian, pada layar akan mengeluarkan tampilan sebagai berikut:

FLYING START MODE

Q = 0.0000 m³/h

V = 0.0000 m³ ToC

V = 0.000000 m³ XX.X

- Cursor pemilihan menu akan berada pada posisi di baris ketiga, di mana dilakukan input kuantitas air (volume) yang ingin dialirkan oleh operator selama proses verifikasi. Tombol E ditekan untuk mengkonfirmasi kuantitas air yang telah diinput tersebut. Setelah itu cursor akan bergerak ke garis keempat pada tampilan, dan alat siap untuk melakukan verifikasi.
- Bagian kanan dari garis ketiga dan keempat menunjukkan suhu air yang diukur.

2. Mode “Verification in START/STOP”

- Mode ini umumnya diterapkan ketika alat dijadikan standar dalam perlengkapan stasioner untuk melakukan verifikasi lebih dari satu meter air dalam satu waktu.
- Tekan tombol M dua kali hingga layar menampilkan sebagai berikut:

START/STOP MODE

Q = 0.0000 m³/h

ToC

V = 0.000000 m³ XX.X

3.5.3 Menghentikan Operasi

Untuk menghentikan pengoperasian alat, ikuti langkah-langkah berikut ini:

1. Matikan alat dengan menekan saklar 9 ke posisi “OFF”
2. Cabut adaptor jika terhubung.
3. Matikan mixer/keran air.

4. Lepas coupler selang dari mixer air, dan bersihkan/kuras sambungan fleksibel.
5. Sambungan fleksibel dilepaskan dari alat
6. Filter (nomor 15) dilepas)
7. Valve (nomor 11) dibuka dan air dikuras.
8. Tutup Valve (nomor 11).

3.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga alat portable flow meter tester agar tetap presisi.

1. Hindari alat dari terkena benturan dan getaran.
2. Simpan alat pada ruangan pada suhu antara 0oC dan 50oC
3. Hindari alat dari zat agresif, seperti asam, basa, pelarut, dll yang dapat mempengaruhi fungsi alat.
4. Hindari alat dari kontak langsung sinar matahari.
5. Amati dan sesuaikan kondisi operasi dengan yang ditampilkan dalam spesifikasi teknis.
6. Gunakan alat hanya untuk mengukur air.
7. Jangan operasikan alat pada sistem dengan laju aliran yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis.
8. Hindari lonjakan hidrolis.
9. Berhati-hati saat mematikan katup nomor 11 karena jika ditutup terlalu kencang, dapat menyebabkan goresan.
10. Jika alat berhenti merespon setelah menekan tombol, atau muncul dua garis hitam horizontal pada layar, tekan tombol R, atau matikan dan hidupkan kembali alat dengan menggunakan saklar nomor 9.

BAGIAN 4. PLASTIC WATER PIPE LOCATOR

4.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Plastic Water Pipe Locator adalah alat yang digunakan untuk mencari lokasi jalur pipa plastik (non logam). Alat ini diaplikasikan untuk mencari sebuah ruas pipa yang berada di bawah rumput, tanah, atau trotoar.

Alat plastic water pipe locator yang digunakan pada modul ini adalah Radiodetection RD500.



4.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Plastic Pipe Locator Radiodetection RD500:

1. Receiver portable dan ringan dengan indikator meteran terpasang di bagian atas instrumen sepanjang 120cm/48in.
2. Indikator meteran dikalibrasikan 0-100 untuk menunjukkan respons puncak terhadap sinyal TransOnde.
3. Alat ini dilengkapi oleh transmitter/pemancar yang portable dan mudah digunakan.
4. Indikator meteran menunjukkan status baterai saat saklar berada dalam posisi menyala (ON). Masa pakai baterai adalah 100 jam dengan baterai alkaline 9V PP3.
5. Soket headphone disediakan dengan standar sebagai alat bantu untuk melacak respons audio.
6. Saklar ON/OFF berputar dan kontrol sensitivitas.
7. Output berupa audio dan visual.

4.3 Spesifikasi Alat

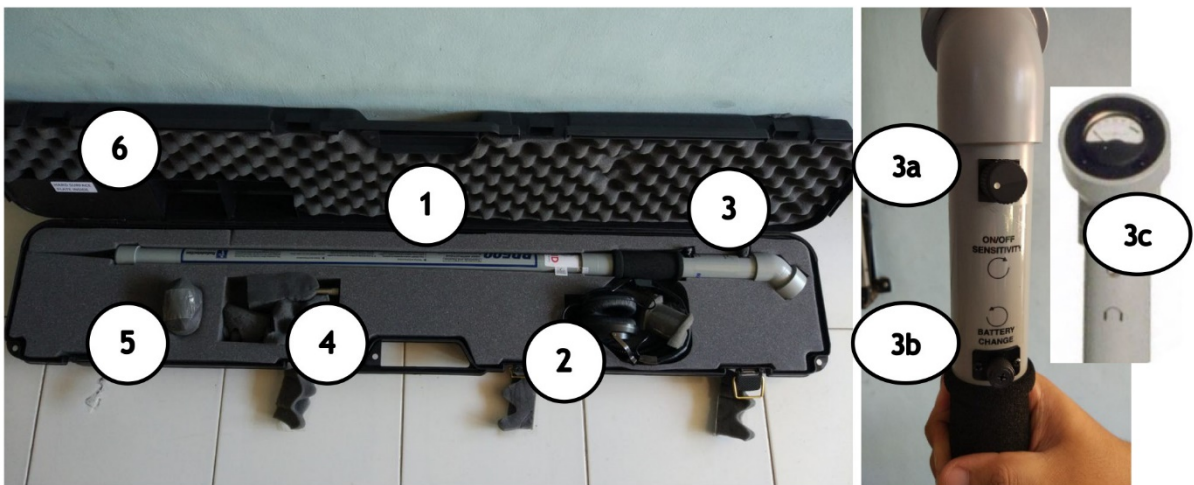
- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Berat | : 1,8 kg |
| 2. Dimensi | : 132 cm x 25 cm x 12,5 cm |
| 3. Bahan Konstruksi Alat | : Plastik PVC, Tahan Cuaca dengan kode NEMA 2S & IP54. Tahan banting dari ketinggian 1 meter ke permukaan beton. |
| 4. Mode Operasi | : Mode – Audio, frekuensi 132 Hz – 210 Hz |
| 5. Jarak dinamis | : 88dB |

- 6. Respon : Puncak
- 7. Jarak kedalaman : 2 meter
- 8. Sensor : Seismometer sumbu tunggal
- 9. Oper. Temp Range : -20 oC hingga 50oC
- 10. Indikasi Visual : Meter analog poros
Tampilan – tren pencarian (%) – status batere
- 11. Indikasi Audio : Sinyal audio berasal dari sinyal yang diterima
Output melalui soket headphone (3.5mm)
- 12. Kontrol Penerimaan : Manual
- 13. Batere : 1 x 6LR61 9V Alkalin
100 jam waktu aktif (pemakaian pada suhu 20 oC dengan pemakaian intermiten.)

4.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat plastic pipe locator Radiodetection RD500.

Gambar 6 Anatomi Receiver Alat Plastic Pipe Locator RD500



- 1. Tongkat Receiver
- 2. Headphone
- 3. Bagian Kepala Receiver
- 3a. Saklar/Kenop ON/OFF dan Pengatur Sensitivitas
- 3b. Pengunci Lepas Batere
- 3c. Indikator Pembacaan Alat
- 4. Sensor Paku 14cm
- 5. Sensor Pelat Permukaan Keras
- 6. Tas Pembawa Receiver

Gambar 7 Anatomi TransOnde Alat Plastic Pipe Locator RD500



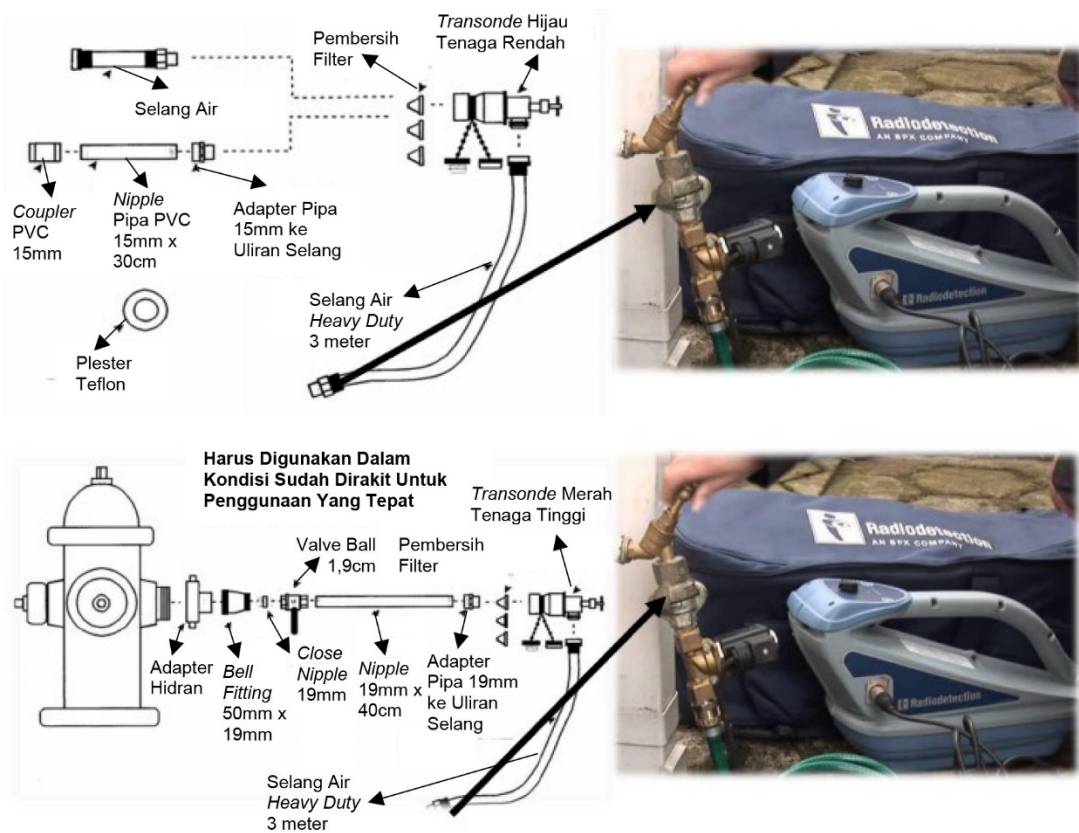
- 7. *TransOnde/Transmitter*
- 8. Saklar/Kenop ON/OFF
- 9. Soket Kabel Tenaga Solenoida
- 10. Solenoida
- 11. Tas Pembawa *TransOnde*

4.5 Pengoperasian Alat

4.5.1 Persiapan Awal

Pasang transonde/transmitter kepada sistem hidran atau keran dengan selang penyambung, sesuai dengan diagram yang ditunjukkan di bawah ini.

Gambar 8 Diagram Pemasangan Alat Plastic Pipe Locator



4.5.2 Operasional

1. Instruksi Pengoperasian Transmitter

- Lepaskan tutup pelindung dari pemancar
- Hubungkan pemancar ke outlet/keran air terdekat menggunakan perangkat yang disediakan dengan pemancar
- Nyalakan air dan kendurkan mur pengunci dekat t-handle.
- Putar t-handle searah jarum jam sehingga air mengalir.
- Putar t-handle berlawanan arah jarum jam sampai air berdenyut beberapa kali per detik; kencangkan mur pengunci.

2. Instruksi Pengoperasian Penerima

- Putar kenop/saklar alat ke posisi menyala (ON)
- Pembacaan meter awal menunjukkan kondisi baterai
- Untuk mengganti baterai, longgarkan tumpul pelepas baterai. Pindahkan wadah ke atas untuk membuka tempat baterai.
- Mulai lakukan pelacakan sekitar 2 meter dari pemancar atau pada titik lain di mana lokasi pipa telah diketahui
- Dorong jarum penerima ke tanah di dekat lokasi pipa yang diketahui, lalu putar tombol ON/OFF searah jarum jam untuk pembacaan meter jarak menengah.
- Mulai pendeteksian dengan sensitifitas volume headphone pada tingkat rendah, lalu sesuaikan kontrol untuk meningkatkan sensitifitas hingga mencapai tingkat yang nyaman. Setiap operator memiliki penyesuaian tingkat sensitivitas sendiri.
- Untuk menentukan posisi pipa, gunakan receiver untuk memeriksa tanah hingga menemukan pembacaan meter puncak. Suara berdenyut akan semakin terdengar jelas bila sudah cukup dekat dengan pipa yang hendak dideteksi.
- Lakukan pelacakan lokasi pipa dengan menetapkan arah rute pipa dan memeriksa setiap satu hingga dua meter untuk menemukan pembacaan meter puncak. Sesuaikan kenop ON/OFF untuk mempertahankan pembacaan meter jarak menengah.

4.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga alat plastic pipe locator agar tetap presisi.

1. Matikan alat jika tidak digunakan
2. Lepaskan baterai transmitter jika unit sudah tidak beroperasi.
3. Jangan melakukan pengukuran pada komponen yang memiliki voltase ON.
4. Selalu gunakan beban pada selang pembuangan, atau ikat selang ke tanah untuk mencegah selang terlepas dan mencambuk operator.
5. Selalu lakukan penilaian risiko terhadap lokasi yang akan diperiksa sebelum memutuskan apakah kondisinya sesuai untuk menggunakan alat ini.
6. Sebelum menusukkan jarum pada alat penerima gelombang ke dalam tanah, pastikan tidak ada kabel atau pelayanan tertanam lainnya yang dapat rusak oleh lonjakan tegangan.

BAGIAN 5. MAGNETIC & METAL LOCATOR

5.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Magnetic & Metal Locator merupakan alat yang digunakan untuk mencari lokasi logam dan medan magnet. Alat ini dapat digunakan untuk melacak keberadaan logam untuk keperluan utilitas, survey, air minum dan air limbah, minyak dan gas, dan konstruksi. Pada konteks yang berhubungan dengan utilitas air minum, alat ini berfungsi untuk mencari dan mendeteksi lokasi pipa logam yang tertanam di dalam tanah, terutama untuk daerah-daerah yang tidak memiliki as-built drawing perpipaan air minum.

Jenis alat magnetic and metal locator yang digunakan pada modul ini adalah Schonstedt GA-92 XTd.



5.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Magnetic & Metal Detector Schonstedt GA-92 XTd:

1. Portable dan mudah dibawa.
2. Tempat baterai dilengkapi dengan pengaman dan tidak terbuka dari udara luar.
3. Memiliki indikator baterai dan sensitivitas.
4. Memiliki sensor HeliFlux, yang memiliki medan magnet unik sehingga memberikan sensitivitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sensor inti cincin standar.
5. Memiliki Membran Switch/keypad untuk mengoperasikan alat dengan satu tangan, dengan ketahanan dan keandalan yang sangat baik untuk kontrol antarmuka.
6. Output berupa audio dan visual.
7. Terdapat Data Kekuatan Sinyal dan Indikator Polaritas.

5.3 Spesifikasi Alat

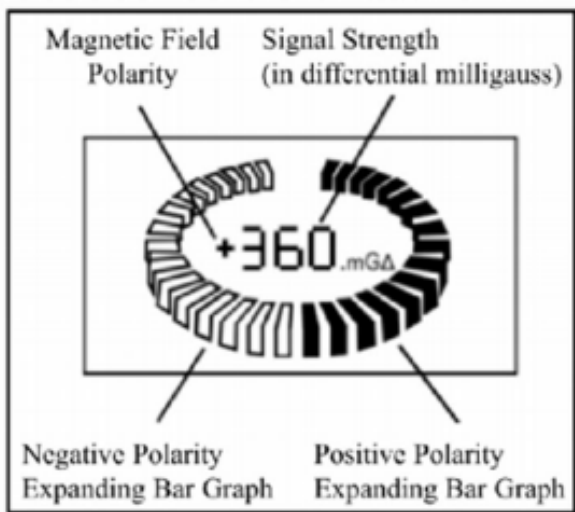
- | | |
|---------------|---|
| 1. Output | : Audio dan Visual |
| 2. Penerimaan | : 4 Tingkatan; Rendah (L), Menengah (M), Tinggi (H), Sangat Tinggi (XH) |
| 3. Volume | : 3 Tingkatan: Diam, Menengah, Maksimum |
| 4. Batere | : Satu Batere 9V |

- 5. Umur Baterai : 24 Jam (penggunaan intermiten)
- 6. Panjang Keseluruhan : Terbuka: 66 cm, Tertutup: 39 cm
- 7. Jarak Sensor Nominal : 24 cm
- 8. Berat : 1,1 kg
- 9. Ketahanan Terhadap Air dan Debu : Kode IP 54
- 10. Kedalaman Pelacakan : sampai dengan 5 meter

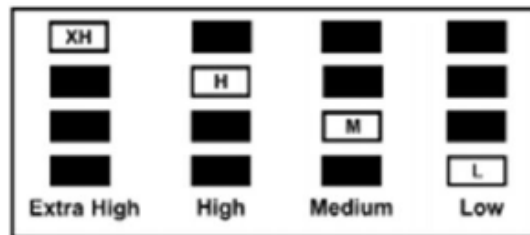
5.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat magnetic & metal detector Schonstedt GA-92 XTd.

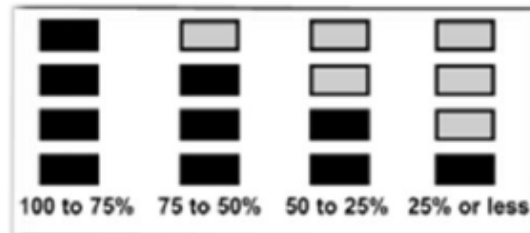
Gambar 9 Anatomi Tombol dan Tampilan Layar Magnetic & Metal Locator



Indikator Visual Kekuatan Sinyal

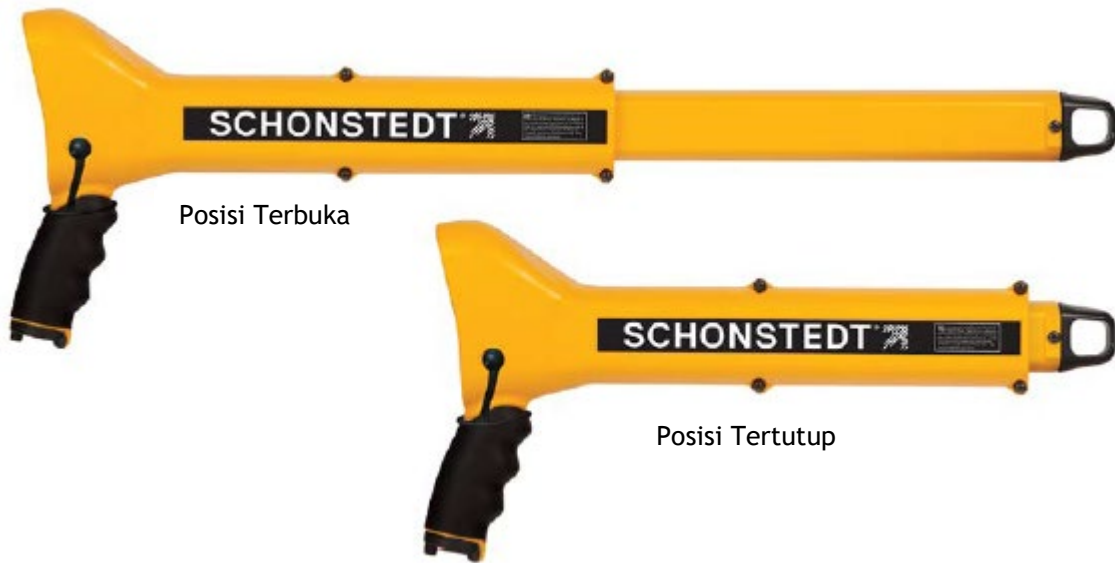


Indikator Tingkat Penerimaan (Gain)



Indikator Status Baterai

Gambar 10 Anatomi Alat dan Kelengkapan Magnetic & Metal Locator



Headphone jack plug



5.5 Pengoperasian Alat

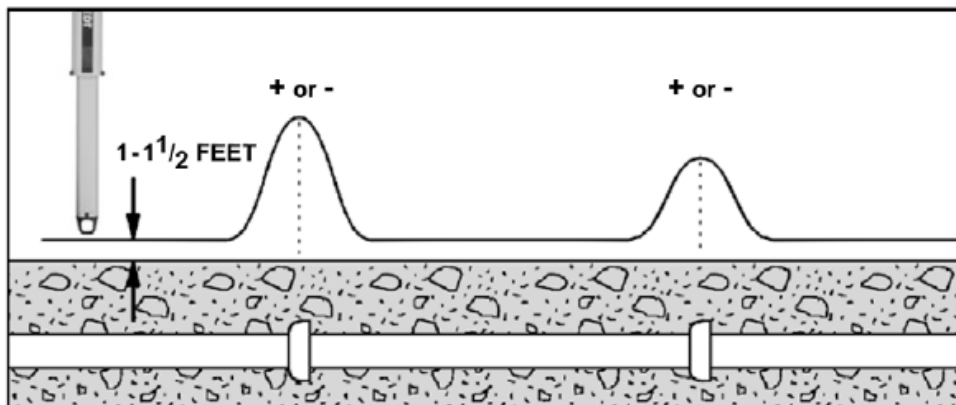
1. Tekan tombol “ON” untuk menyalakan alat.
2. Tekan tombol panah “UP” untuk menaikkan Gain/Penerimaan awal ke tingkat menengah (Medium/M)
3. Genggam locator seperti yang ditunjukkan oleh gambar di samping.
4. Karena sensor bagian atas terletak di dekat gagang alat (terutama dalam posisi tertutup), jam tangan, arloji, atau aksesoris ferrometal atau logam magnetis dapat mempengaruhi sinyal audio dan indikasi kedalaman objek. Oleh karena itu, sebaiknya operator tidak menggunakan aksesoris tangan saat menggunakan alat ini. Alat juga sebaiknya diarahkan menjauh dari sepatu karena dapat mengandung materi magnetik yang dapat terdeteksi oleh alat.
5. Ayunkan alat pada keempat sisi, dari sisi ke sisi. Ketika alat berada dalam jangkauan objek logam, kekuatan sinyal dan frekuensi sinyal audio akan memuncak. Grafik batang juga akan melebar ke arah positif atau negatif. Selain itu, pembacaan digital juga akan memuncak.



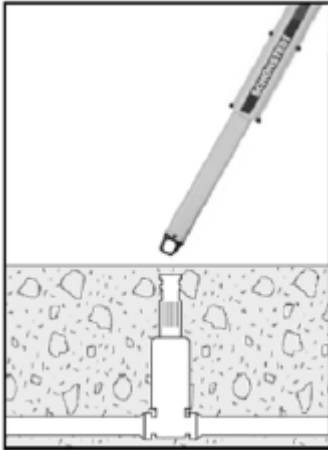
Gambar 11 Cara Penggunaan Alat dan Ilustrasi Sinyal Audio Yang Dideteksi Alat



Gambar 12 Ilustrasi Pola Sinyal Dari Pipa Jenis Cast Iron



**Gambar 13 Ilustrasi
Pelacakan Valve
Berbahan Logam**



Jika terbuat dari logam, *valve* dan penutupnya memiliki medan magnet yang kuat, sehingga mudah untuk dilacak. Penutup plastik yang memiliki magnet di dalamnya (umumnya digunakan untuk penutup valve non-logam) dapat dilacak dengan mudah pada kedalaman sejauh 2,5-3 meter

5.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat magnetic & metal detector Schonstedt GA-92 XTd.

Matikan alat jika tidak digunakan

Lepas baterai jika unit sudah tidak beroperasi.

Suara berdengung/noise menunjukkan adanya saluran listrik yang mengalirkan energi. Hal ini tidak akan mempengaruhi indikasi pembacaan magnetik, kecuali jika pembacaan dikaitkan dengan struktur magnetik.

Alat tidak akan menangkap sinyal dari logam non-ferrous atau tidak mengandung besi, seperti emas, perak, tembaga, kuningan, dan aluminium.

BAGIAN 6. LEAK DETECTOR

6.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Leak Detector merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi suatu kebocoran pipa dengan menampilkan tingkat level dari frekuensi yang diterima. Alat ini menggunakan metode penangkapan gelombang frekuensi yang dipancarkan oleh bunyi dari kebocoran itu sendiri. Alat ini dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kebocoran pipa yang tertanam di dalam tanah, terutama pipa distribusi pada bidang air minum.

Jenis alat leak detector yang digunakan pada modul ini adalah Primayer Mikron3.



6.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Leak Detector Mikron3:

1. Menggunakan sensor akustik dengan sensitivitas yang tinggi.
2. Dilengkapi dengan acoustic probe, ground microphone, dan sistem kombinasi.
3. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar display.
4. Mudah untuk digunakan.
5. Umur batere dapat beroperasi selama 35 jam (dengan kondisi backlight mati).
6. Desain alat kuat dan sederhana.
7. Memiliki headphone untuk mendengarkan bunyi yang tertangkap oleh sensor.
8. Memiliki filter untuk kondisi yang berbeda:

• Ground listening (pipa tertanam) – pipa logam	75 Hz – 1.500 Hz
• Ground listening (pipa tertanam) – pipa plastik	75 Hz – 750 Hz
• Direct contact (pipa terbuka) – pipa logam	600 Hz – 2.500 Hz
• Direct contact (pipa terbuka) – pipa plastik	200 Hz – 1.500 Hz
• Wideband noise	30 Hz – 4.000 Hz

6.3 Spesifikasi Alat

Berikut ini adalah spesifikasi dari sensor yang digunakan pada alat Leak Detector Mikron3:

1. Listening Stick

- | | | |
|------------------------|---|---|
| a. Jenis Sensor | : | Keramik piezoelektrik |
| b. Sensitivitas | : | 20 V/g |
| c. Respon Frekuensi | : | 10 – 5.000 Hz |
| d. Komunikasi Nirkabel | : | Frekuensi : 2.4 GHz (ISM Band) |
| | | Power output : 5dBm / 3.1 mW |
| | | Jarak operasi nirkabel : ≤6 meter |
| e. Sumber Tenaga | : | Jenis : Nickel Metal Hydride |
| | | Umur Operasional : ≥10 jam pemakaian menerus dari kondisi penuh |
| f. Lingkungan | : | Temperatur Operasi : -10 oC sampai 50 oC |
| | | Kelembaban : Maksimum 90% |
| | | Perlindungan thd Air : IP65 |
| g. Dimensi | : | 210 x 160 x 48 mm diameter |
| h. Berat | : | 0,7 kg (tanpa batang/tongkat) |

2. Ground Microphone

- | | | |
|------------------------|---|--|
| a. Jenis Sensor | : | Keramik piezoelektrik di dalam pelindung karet tahan angin |
| b. Sensitivitas | : | 20 V/g |
| c. Respon Frekuensi | : | 10 – 5.000 Hz |
| d. Komunikasi Nirkabel | : | Frekuensi : 2.4 GHz (ISM Band) |
| | | Power output : 5dBm / 3.1 mW |
| | | Jarak operasi nirkabel : ≤6 meter |
| e. Sumber Tenaga | : | Jenis : Nickel Metal Hydride |
| | | Umur Operasional : ≥10 jam pemakaian menerus dari kondisi penuh. |
| f. Lingkungan | : | Temperatur Operasi : -10 oC sampai 50 oC |
| | | Perlindungan thd Air : IP65 |
| g. Dimensi | : | 82 x 121 x 46 mm |
| h. Berat | : | 0,7 kg (tanpa pegangan) |

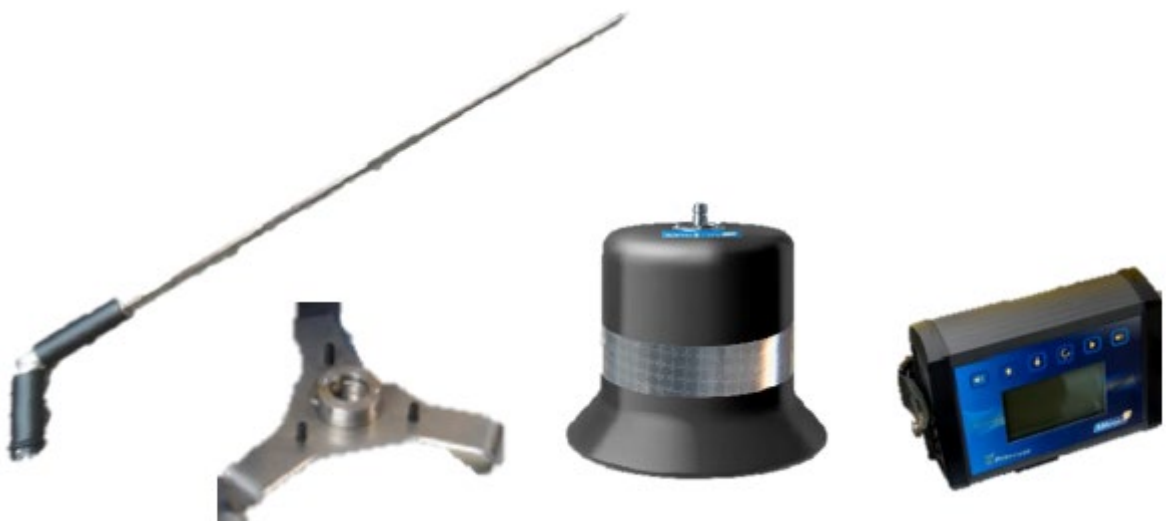
Berikut ini adalah spesifikasi dari unit prosesor yang digunakan pada alat Leak Detector Mikron3 Pro:

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Operasi | : Listening + tampilan noise minimum dan kontrol filter |
| 2. Filter | : Hi Pass : 15, 60, 100, 200, 350, 500 Hz
Low Pass : 600, 1.000, 1.500, 2.000, 3.500, 5.000 Hz |
| 3. Tampilan | : Jenis : Grafik, 240 x 160 LCD
Leak Noise Disp. : Noise minimum atau mode log |
| 4. Power | : Jenis : Nickel Metal Hydride
Umur Operasional : ≥ 10 jam pemakaian menerus dari kondisi penuh. |
| 5. Jarak Sensor Nominal | : 24 cm |
| 6. Berat | : 1,1 kg |
| 7. Ketahanan Terhadap Air dan Debu | : Kode IP 54 |
| 8. Kedalaman Pelacakan | : sampai dengan 5 meter |

6.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat leak detector Mikron3.

Gambar 14 Anatomi Alat Leak Detector Primayer Mikron3



Listening Stick


Probe

Ground Microphone
(dengan case tahan angin)

Accelerometer
(Prosesor Pro)

Sedangkan di bawah ini adalah fungsi dari tombol Mikron3

Tabel 4 Fungsi Tombol Alat Leak Detector Primayer Mikron3




Tombol	Fungsi	Deskripsi
	Tombol Listen (Kiri)	Tekan untuk mendengarkan bila diatur dalam mode press-to-listen, atau mengalihkan fungsi mendengar bila diatur dalam mode toggle
	Tombol Up	Tekan untuk menambah volume, penangkapan (gain), atau filter high/low pass (sesuai pilihan)
	Tombol Down	Tekan untuk mengurangi volume, penangkapan (gain), atau filter high/low pass (sesuai pilihan)
	Tombol Return	Tekan untuk berpindah antara opsi yang berbeda-beda. Opsi yang terpilih akan ditampilkan di layar. Tahan tombol untuk mengganti masuk atau keluar mode logging
	Tombol Right	Menyimpan level survey saat ini. Tahan tombol ini untuk menghapus grafik
	Tombol Listen (Kanan)	Tekan untuk mendengarkan bila diatur dalam mode press-to-listen, atau mengalihkan fungsi mendengar bila diatur dalam mode toggle

6.5 Pengoperasian Alat

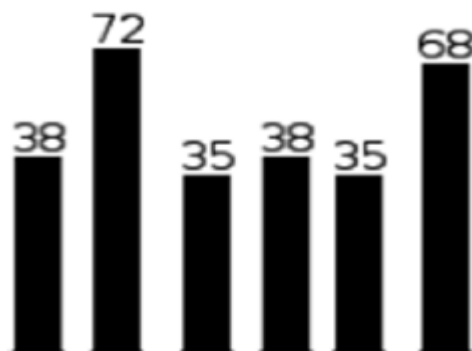
6.5.1 Persiapan

1. Keluarkan komponen Mikron3 dari tas.
2. Pasangkan stick kepada sensor groundtripod
3. Jika diperlukan, pasang acoustic sensor/ground microphone untuk mengukur pipa tertanah di dinding/tanah.
4. Hubungkan stick handle ke sensor alpha.
5. Hubungkan port headphone dengan alat utama.

6.5.2 Pengukuran

1. Persiapkan alat dan pastikan batere alat dalam kondisi penuh/tidak kosong.
2. Pasang headphone pada telinga operator.
3. Nyalakan alat dengan cara menekan dan menahan kedua tombol “Listen” ( + ) secara bersamaan.
4. Telusuri pipa yang akan diukur.
5. Letakkan ground microphone atau listening stick probe pada satu titik dan tekan tombol “Listen” sesuai dengan pengaturan mode. Perhatikan hasil pembacaan alat secara visual dan audio.
6. Tekan tombol “Right” () untuk menyimpan hasil survey pada satu titik dan melanjutkan pengukuran berikutnya.
7. Ulangi langkah 4 hingga 6 sampai seluruh ruas pipa yang hendak diukur sudah ditelusuri.
8. Ilustrasi dari hasil pengukuran yang dilakukan selama penelusuran dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini.

Gambar 15 Ilustrasi Pengukuran dan Hasil Bacaan Alat Leak Detector Primayer Mikron3



9. Hal yang perlu diperhatikan adalah perlu diketahui rata-rata dari nilai pembacaan yang didapatkan pada rangkaian pipa. Dengan demikian, indikasi kebocoran dapat diketahui dengan melihat titik yang memiliki nilai pembacaan di atas nilai rata-rata yang didapatkan.
10. Jika nilai pembacaan yang didapatkan masih minimum, cari lokasi pipa lain yang memungkinkan paling berpotensi terhadap kebocoran dengan menelusuri rangkaian pipa atau pindah lokasi.

6.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat leak detector Mikron3.

1. Jangan menempatkan alat pada tempat yang lembab (Kelembaban < 70%) dalam jangka waktu yang panjang karena kondisi tersebut dapat merusak komponen headphone dan extension rod.
2. Hindari untuk menjatuhkan alat ke dalam kubangan air.
3. Simpan alat pada suhu ruangan normal (27 °C – 32 °C).
4. Setelah pemakaian, bersihkan alat-alat yang digunakan dari debu, tanah liat, minyak, dll dengan menggunakan tisu.
5. Lepaskan baterai setelah pemakaian.
6. Lakukan pengisian baterai jika daya sudah habis. Daya baterai diperkirakan dapat bertahan selama ±35 jam.

BAGIAN 7. LISTENING STICK

7.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Listening stick merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi suatu kebocoran pipa dengan menangkap gelombang frekuensi suara yang dipancarkan oleh bunyi kebocoran itu sendiri. Berbeda dengan alat leak detector, alat ini hanya mengandalkan pendengaran dari operator tanpa adanya bacaan visual. Alat ini dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kebocoran pipa air maupun gas.

Alat listening stick yang akan digunakan pada modul ini adalah Primayer Hykron.



7.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Leak Detector Mikron3:

1. Menggunakan sensor akustik dengan sensitivitas yang tinggi.
2. Mudah dioperasikan.
3. Mudah untuk dibawa.
4. Memiliki belt mounting amplifier.
5. Menggunakan baterai alkaline.
6. Desain alat kuat dan sederhana.
7. Memiliki headphone untuk mendengarkan bunyi yang tertangkap oleh sensor.

7.3 Spesifikasi Alat

Berikut ini adalah spesifikasi dari sensor yang digunakan pada alat listening stick Hykron.

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| a. Jenis Sensor | : Accelerometer piezoelektrik |
| b. Frekuensi | : 30 – 5.000 Hz |
| c. Power Supply | : Baterai Alkaline 9V |
| d. Daya tahan Baterai | : 60 jam |
| e. Index Proteksi | : IP54 |
| f. Output | : Headphone performa tinggi |

7.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat listening stick Hykron.

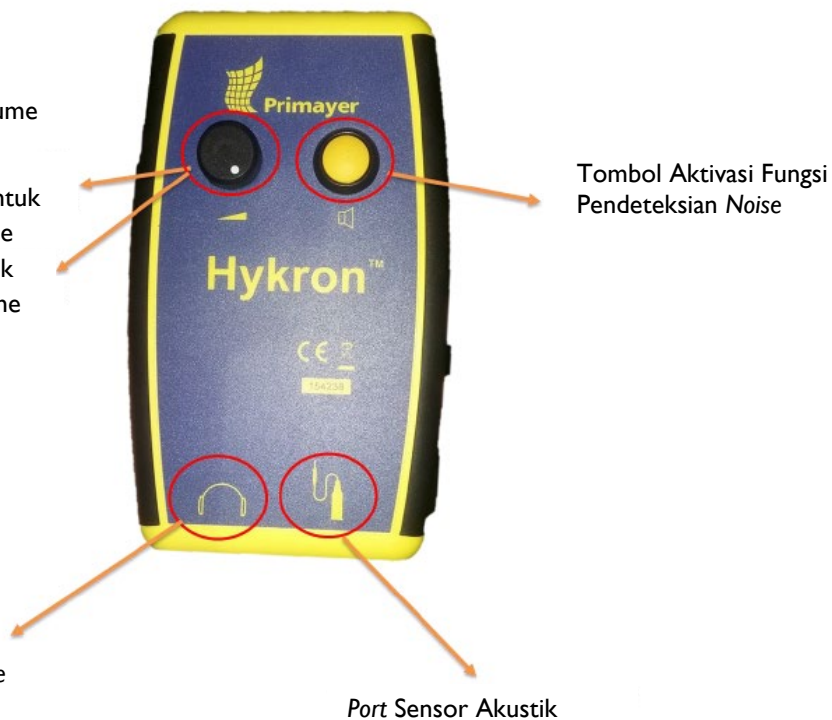
Gambar 16 Anatomi Alat Listening Stick Primayer Hykron



1. Sensor Akustik
2. Amplifier (dengan kaitan sabuk)
3. Extension rod
4. Pasangan magnet
5. Headphone
6. Tas pembawa alat
7. Ground tripod

Kenop Pengatur Volume Suara.

- Putar ke kanan untuk menambah volume
- Putar ke kiri untuk mengurangi volume



Tombol Aktivasi Fungsi Pendeteksian Noise

Port Headphone

Port Sensor Akustik

7.5 Pengoperasian Alat

7.5.1 Persiapan

1. Keluarkan komponen Hykron dari tas.
2. Pasangkan ground tripod kepada sensor akustik
3. Jika diperlukan, pasang extension rod pada sensor akustik untuk mengukur pipa yang tertanam di dalam dinding atau jalan.

4. Hubungkan sensor akustik dengan alat utama/amplifier.
5. Hubungkan port headphone dengan alat utama/amplifier.
6. Pastikan baterai penuh/tidak kosong.

7.5.2 Pengukuran

1. Persiapkan alat dan pastikan batere alat dalam kondisi penuh/tidak kosong.
2. Pasang headphone pada telinga operator.
3. Telusuri pipa yang akan diukur.



4. Tekan tombol-tombol berikut:



5. Dengarkan dengan seksama. Perlu diingat bahwa bunyi yang berasal dari kebocoran memiliki sifat yang konstan.

7.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat listening stick Hykron.

1. Jangan menempatkan alat pada tempat yang lembab (Kelembaban < 70%) dalam jangka waktu yang lama karena kondisi tersebut dapat merusak komponen headphone dan extension rod.
2. Hindari menjatuhkan alat ke dalam kubangan air.
3. Simpan alat pada suhu ruangan normal (27 °C – 32 °C).
4. Setelah pemakaian, bersihkan alat-alat yang digunakan dari debu, tanah liat, minyak, dll dengan menggunakan tisu.
5. Lepaskan baterai setelah pemakaian.
6. Ganti baterai secara berkala, umur baterai umumnya ±60 jam.
7. Kalibrasikan alat setidaknya satu tahun sekali.

BAGIAN 8. LEAK CORRELATOR

8.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Leak Correlator merupakan alat yang digunakan untuk merekam dan mendeteksi adanya kebocoran pada suatu ruas pipa. Metode yang digunakan adalah merekam besarnya frekuensi yang ditimbulkan oleh aktivitas suatu fluida yang mengalir di dalam suatu pipa. Ketika terdapat kebocoran, maka akan terekam puncak frekuensi yang berada di atas frekuensi rata-rata.

Pada aplikasi di lapangan, alat ini berfungsi sebagai logger/pencatat dari pendeteksi kebocoran. Bagi pengelola sistem penyediaan air minum, seperti PDAM, alat ini dapat membantu untuk mendeteksi ruas yang mengalami kebocoran dengan lebih cepat, terutama jika dibandingkan dengan metode pemeriksaan visual secara manual/langsung.



Jenis alat leak correlator yang digunakan pada modul ini adalah Primayer Enigma.

8.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Leak Correlator Enigma:

1. Memiliki cara perekaman yang tidak sulit.
2. Mampu melakukan perekaman dengan interval yang sesuai dengan kebutuhan.
3. Data yang direkam dilengkapi dengan grafik, sehingga mempermudah saat melakukan analisis.
4. Dilengkapi dengan tampilan ruas pipa pada software yang dapat diatur sesuai dengan kondisi di lapangan.
5. Input program dilakukan di komputer/PC/laptop.
6. Untuk komunikasi antara correlator dapat dilakukan hanya dengan menempatkan correlator ke dalam tasnya, lalu dihubungkan ke komputer/PC/laptop dengan menggunakan kabel data.

8.3 Spesifikasi Alat

Berikut ini adalah spesifikasi dari alat Leak Correlator Enigma:

I. Pemasangan Sensor

Jarak antara sensor perlu disesuaikan dengan jenis pipa yang akan dilakukan pendeteksian, seperti yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5 Jarak Antar Sensor/Logger Alat Leak Correlator Primayer Enigma Untuk Setiap Jenis Pipa

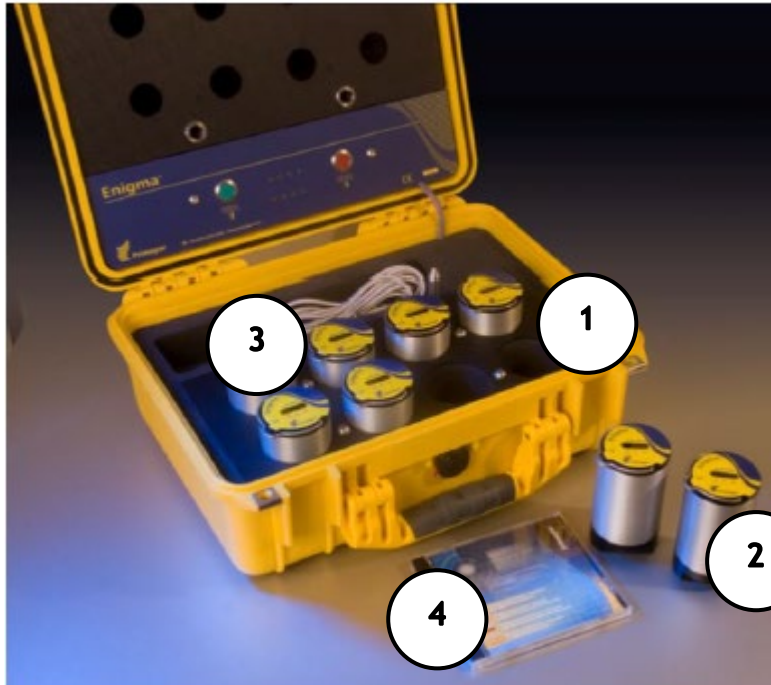
No.	Jenis Pipa	Jarak Antar Sensor/Logger (m)
1	Asbestos Cement	250
2	Cast Iron	250
3	Beton	200
4	Tembaga	250
5	Ductile Iron	250
6	Ductile Iron (lining beton)	250
7	Galvanised Iron	250
8	HDPE	±50
9	Timbal	250
10	MDPE	±50
11	PVC	±50
12	Steel	250

2. Software Enigma hanya dapat dioperasikan pada sistem:
 - a. Windows Vista, Windows 7
 - b. Windows XP atau Windows 2000
 - c. Windows Media Player 9
 - d. Microsoft .net Framework v4.0
3. Umur batere dapat mencapai 5 tahun
4. Interval dapat diatur sesuai dengan kebutuhan
5. Komunikasi alat dilakukan menggunakan kabel USB

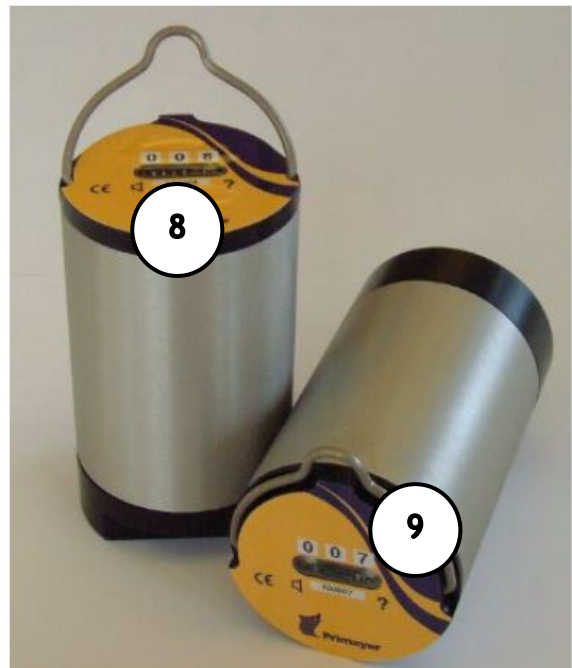
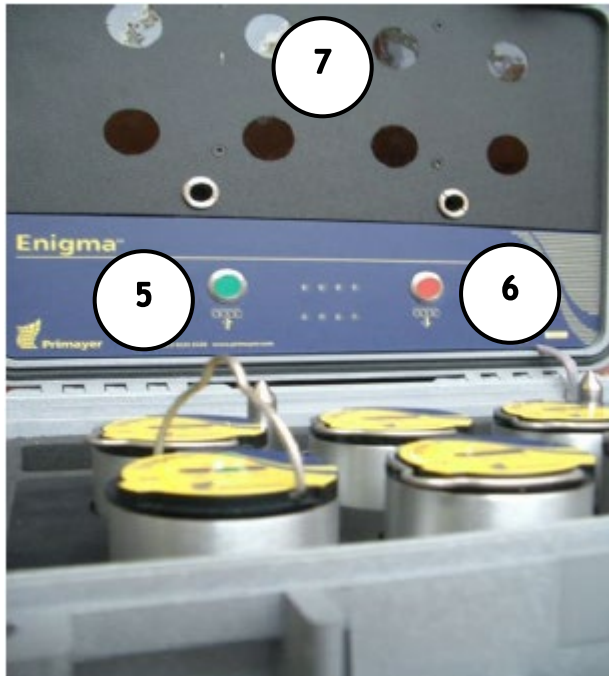
8.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat leak correlator Enigma.

Gambar 17 Anatomi Alat Leak Correlator Primayer Enigma



1. Tas Pembawa Correlator
2. Correlator/Logger
3. Software Correlator
4. Kabel USB
5. Tombol Mengunggah Program dari Tas menuju Correlator
6. Tombol Mengunduh Data dari Correlator menuju Tas
7. Optik Pembaca Correlator/Logger
8. Optik Correlator
9. Nomor Seri Correlator




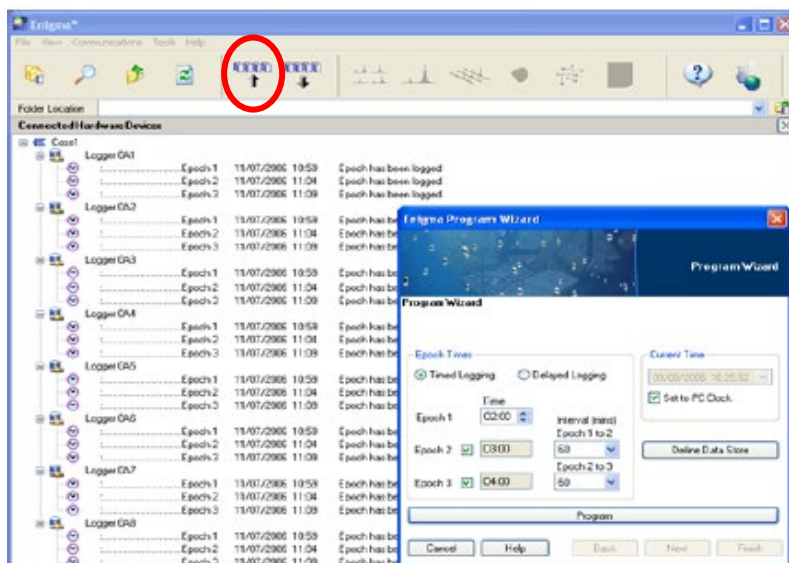
8.5 Pengoperasian Alat

8.5.1 Persiapan

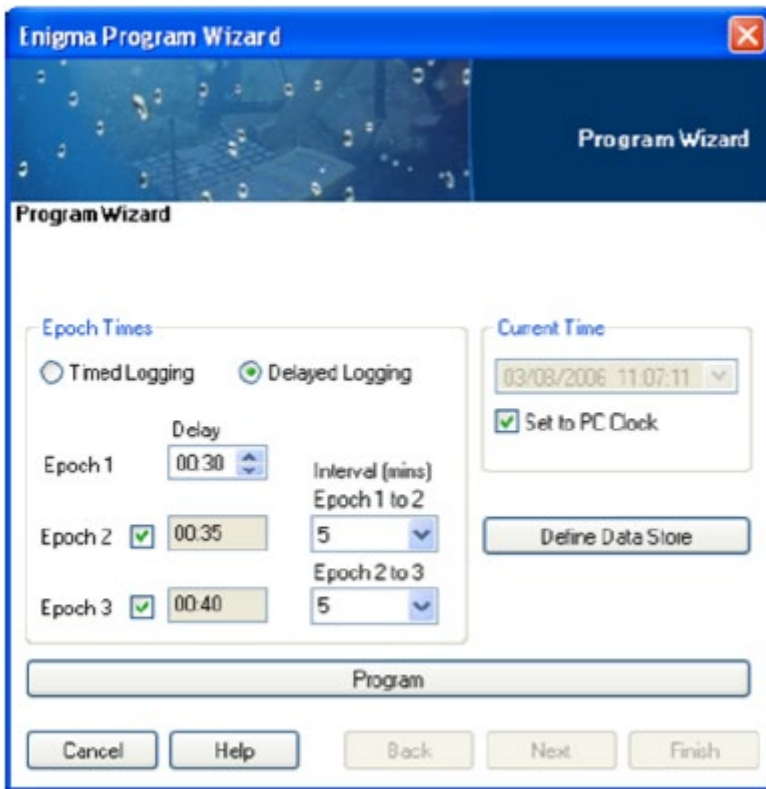
1. Masukkan semua Correlator yang akan digunakan ke dalam tasnya. Urutkan sesuai dengan nomor yang tertera di masing-masing Correlator.
2. Pastikan seluruh Correlator sudah ditempatkan dengan benar sesuai urutannya sebelum menutup tas.
3. Lakukan instalasi software Enigma di komputer/laptop/PC mengikuti prosedur dan panduan dari program tersebut.
4. Setelah selesai melakukan instalasi, buka software Enigma di komputer/PC/laptop dan hubungkan tas Correlator dengan komputer/PC/laptop menggunakan kabel USB.



5. Setelah disambungkan dengan kabel USB, driver akan dengan otomatis mendeteksi Correlator. Klik simbol  (tanda merah pada gambar di bawah) yang akan memunculkan tampilan jendela sebagai berikut:



- Correlator dapat melakukan perekaman sebanyak tiga kali. Tentukan waktu perekaman dan waktu antara epoch 1 ke epoch 2, dan epoch 2 ke epoch 3.



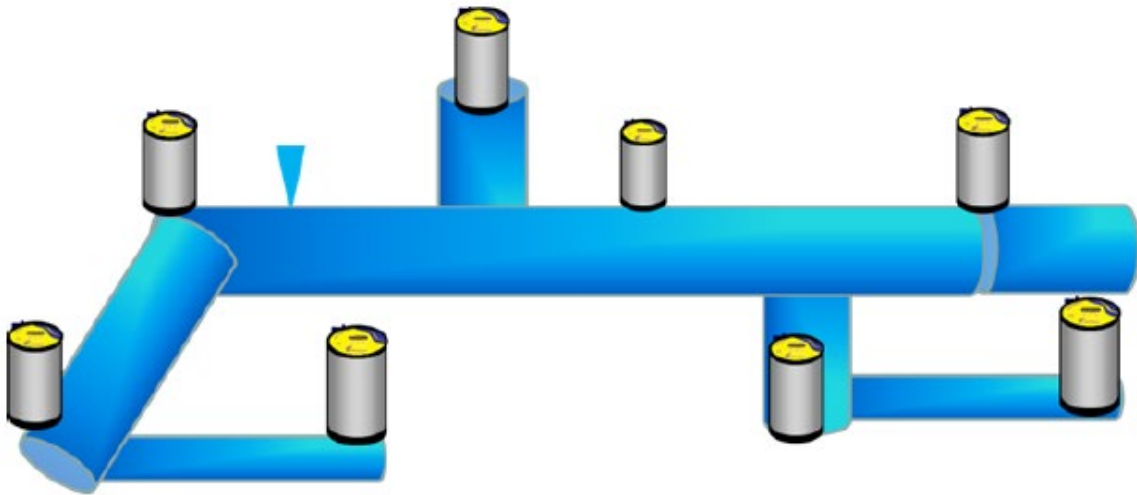
- Tandai kotak “Set To PC Clock”, lalu klik tombol “Program”. Lalu, setelah ada tampilan dialog, klik “Ok” dan “Finish”.



8.5.2 Pengukuran


1. Buka tas peralatan dan keluarkan semua Correlator yang hendak digunakan.
2. Letakkan Correlator pada tempat-tempat yang ditargetkan.

Gambar 18 Ilustrasi dan Diagram Pemasangan Sensor Leak Correlator Primayer Enigma



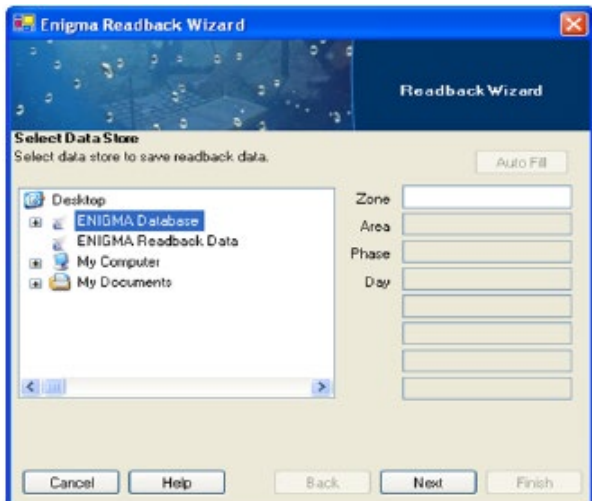
3. Waktu yang paling ideal untuk melakukan pengukuran adalah pada saat malam atau dini hari. Hal ini disebabkan karena pada waktu tersebut, keadaan di sekitar lokasi pengukuran akan hening tanpa adanya gangguan dari suara kendaraan atau sejenisnya.
4. Letakkan correlator dengan batas waktu yang telah ditentukan melalui program sebelumnya.
5. Ambil kembali correlator setelah selesai melakukan pengukuran.

8.5.3 Pengambilan Data Pengukuran

1. Kumpulkan dan masukkan semua Correlator ke dalam tas, sesuai dengan urutannya.
2. Setelah memastikan seluruh Correlator dimasukkan dengan benar, tutup tas dan buka software Enigma di komputer/PC/laptop.
3. Hubungkan tas dengan komputer/PC/laptop dengan menggunakan kabel USB.
4. Software akan secara otomatis mendeteksi Correlator dan memunculkan tampilan dialog seperti di bawah ini. Setelah muncul tampilan jendela utama software, klik simbol .

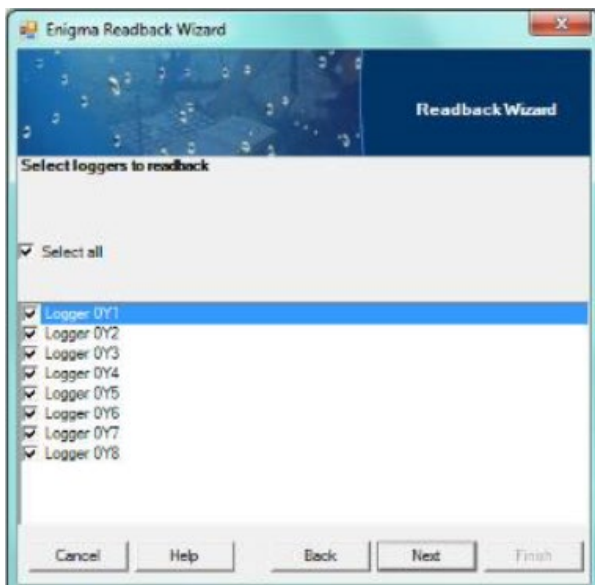


5. Setelah itu, akan muncul dialog penempatan data seperti berikut.

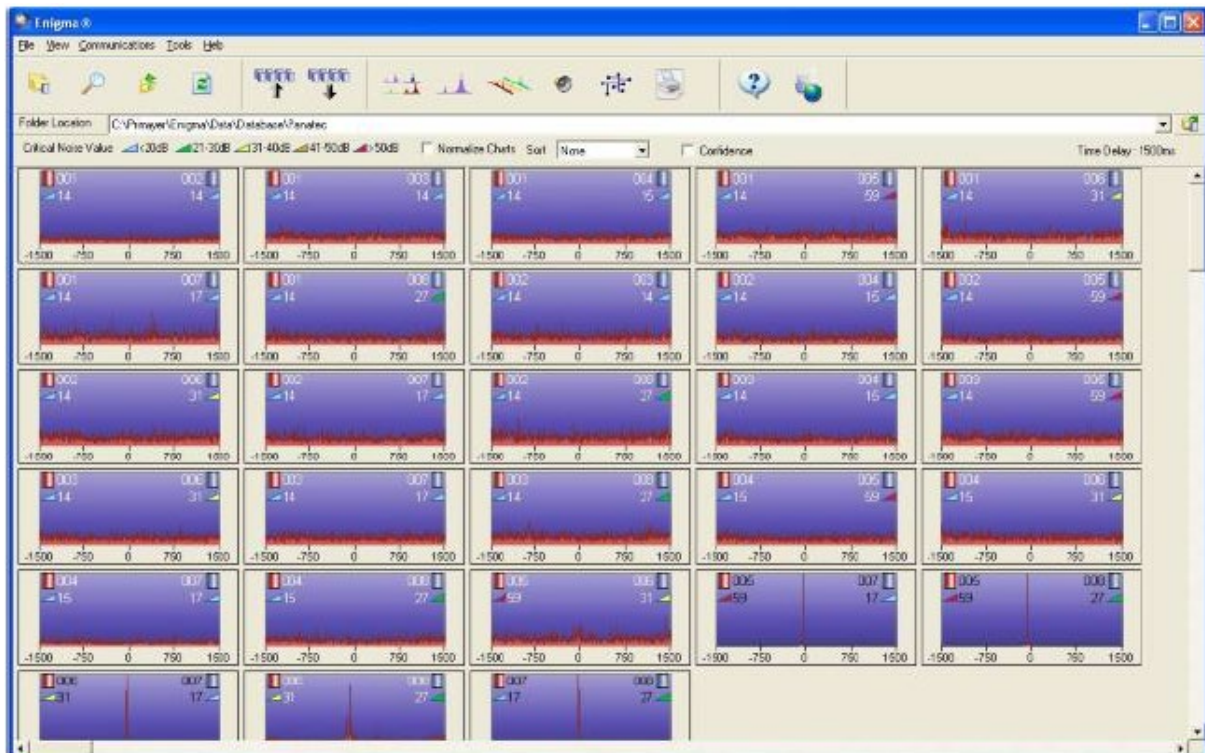


Isi data Zone, Area, Phase, dan Day. Pengisian tersebut akan digunakan untuk menempatkan file yang akan diunduh pada folder dengan penamaan yang sesuai dengan pengisian tersebut. Setelah semua terisi, klik tombol “Next”.

6. Setelah itu, akan muncul dialog berikut. Tandai kotak “Select All”, lalu klik tombol “Finish”.



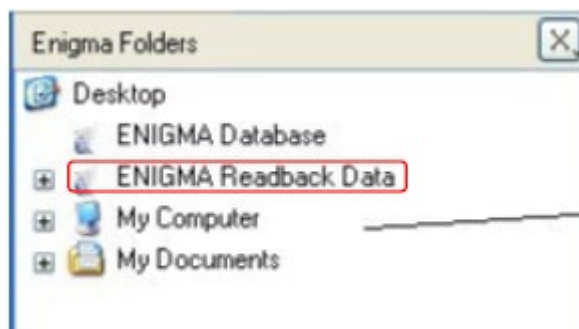
7. Setelah itu, akan muncul tampilan jendela dengan data-data sebagai berikut.



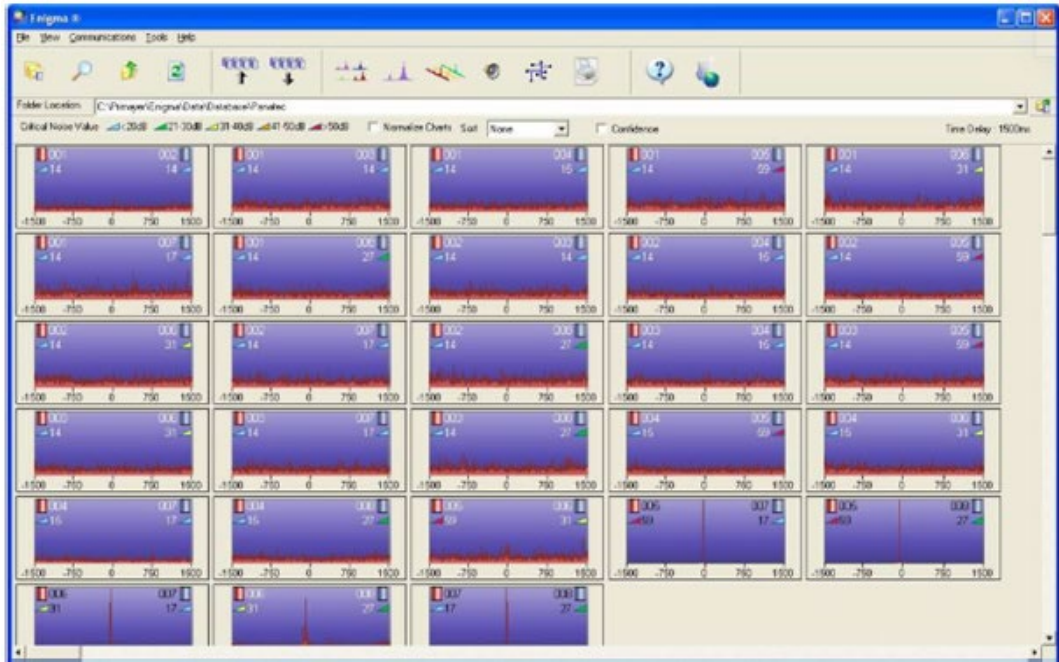
8.5.4 Analisis Data Pengukuran

A. Input Data Pipa

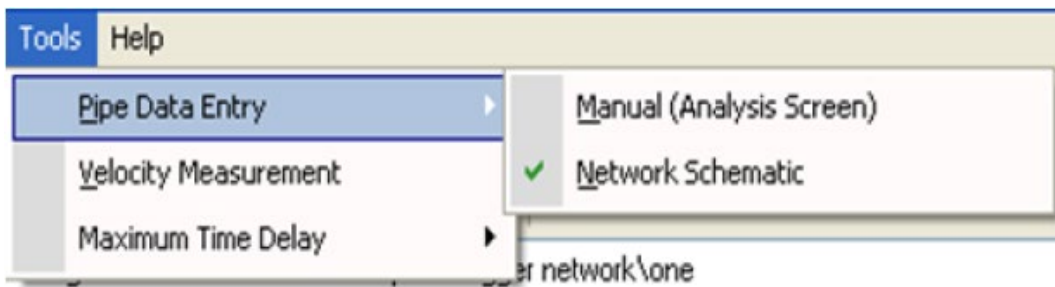
- I. Apabila software sudah ditutup, data pengukuran dapat dilihat lagi dengan cara membuka kembali software, lalu cari folder dengan nama yang diberikan pada folder tempat disimpannya data pengukuran.



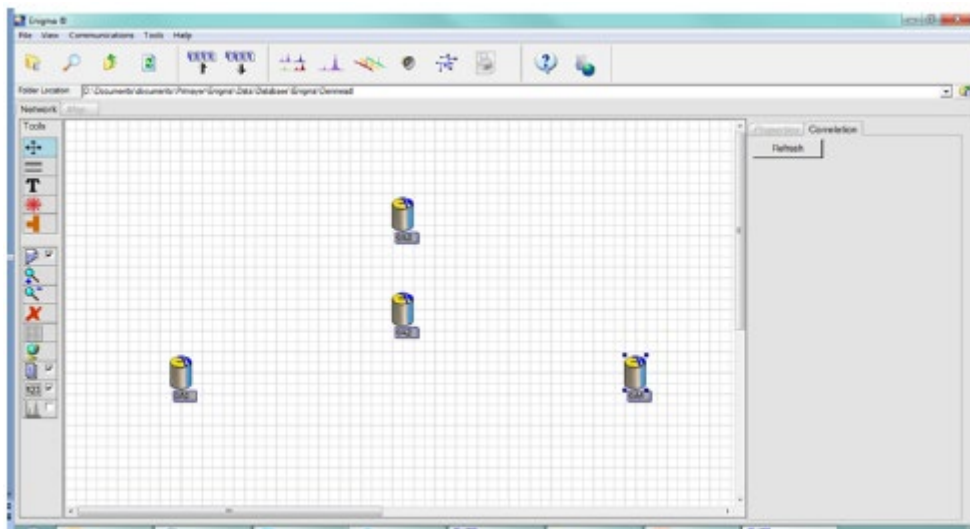
Setelah menemukan folder yang dimaksud, klik folder tersebut untuk memunculkan tampilan berikut.



2. Selanjutnya, klik tab “Tools”, kemudian “Data Entry”, dan pilih “Network Schematic”.

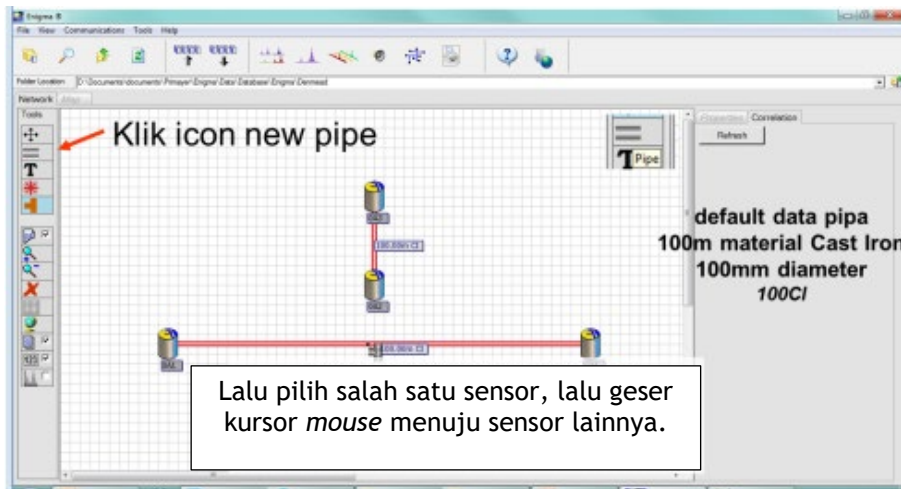


Setelah itu, akan muncul tampilan jendela sebagai berikut:

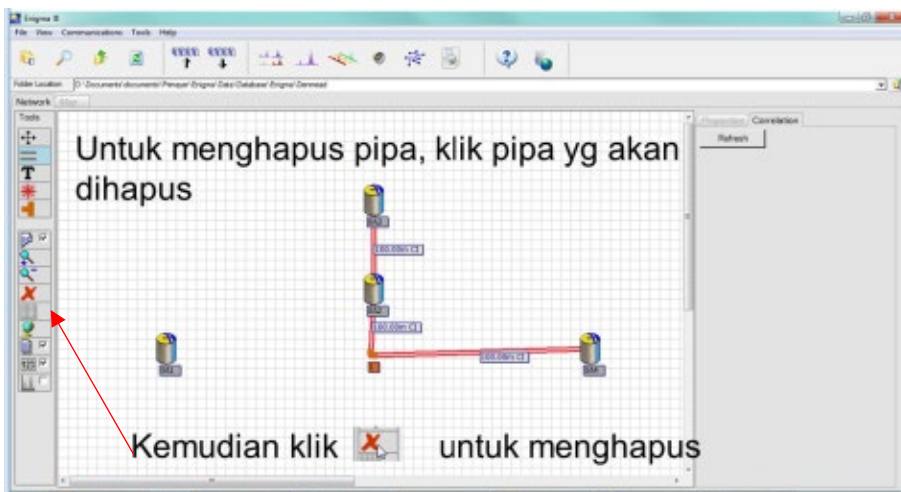


3. Klik dan geser gambar Correlator hingga mencapai posisi yang diinginkan atau sesuai dengan posisi di lapangan.

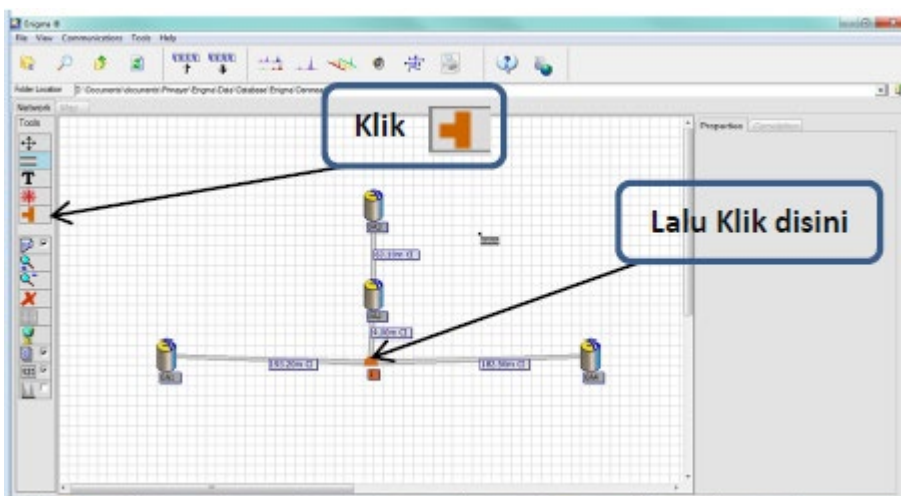
- Untuk menambahkan pipa yang menghubungkan antara sensor, klik simbol "New Pipe", lalu pilih salah satu sensor dan tarik kursor untuk membentuk garis ke salah satu sensor lainnya. Data awal pipa pada software ini adalah pipa Cast Iron diameter 100 mm sepanjang 100 m (100m CI).



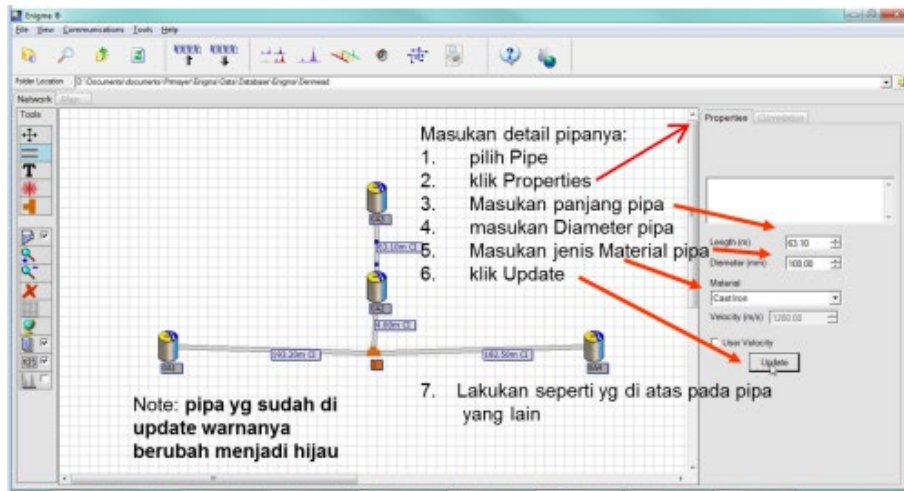
- Untuk menghapus pipa, klik pipa yang akan dihapus, lalu klik simbol




- Untuk menambah junction, klik simbol

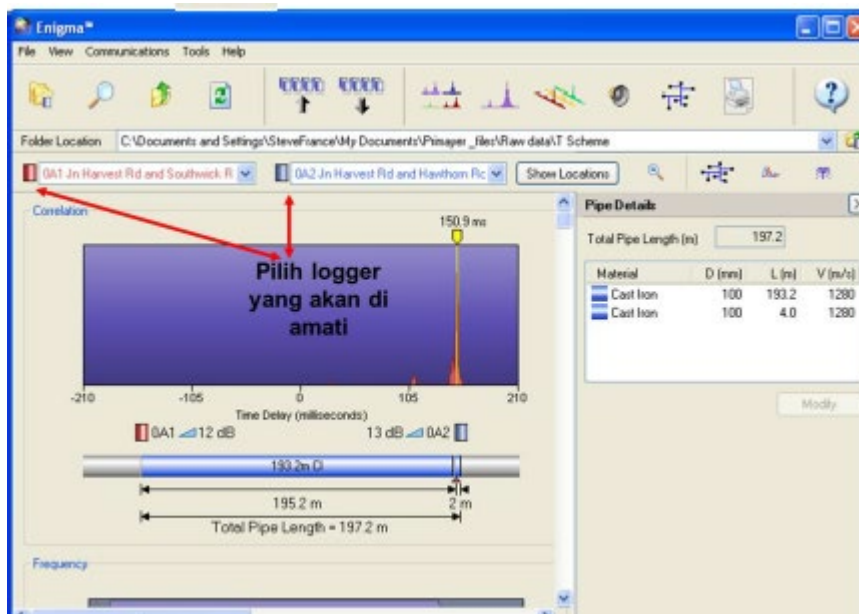


- Untuk mengubah data dan informasi pada pipa, klik pipa yang akan diubah, lalu klik tombol "Properties" pada bagian kanan atas jendela, lalu masukkan data seperti: material pipa, panjang pipa, dan diameter pipa.

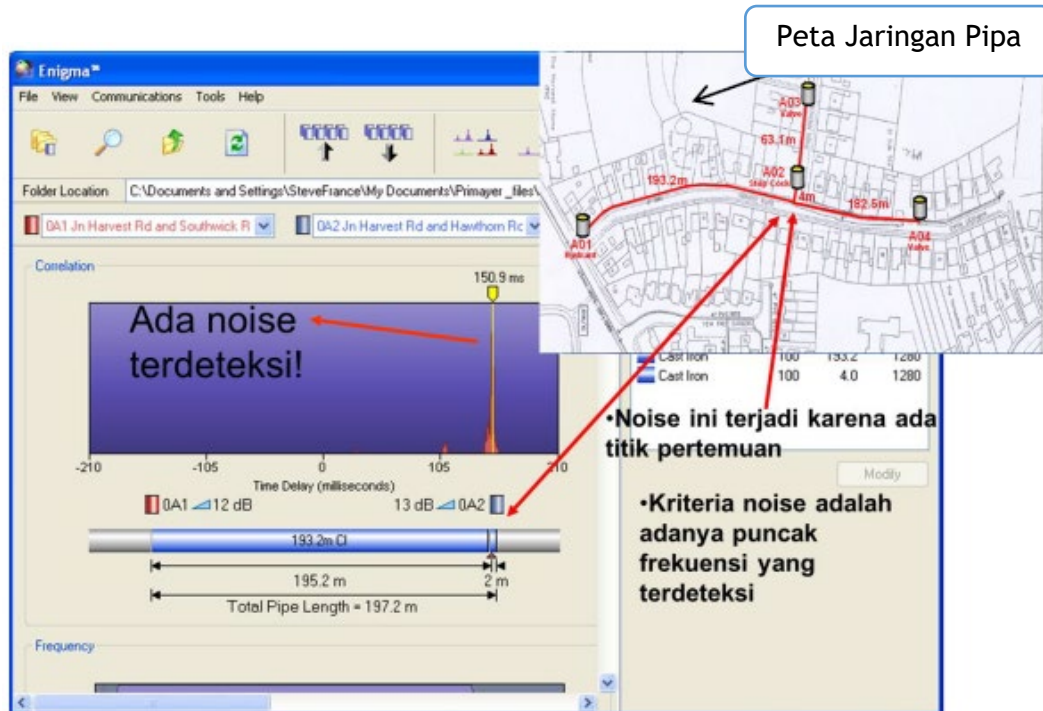


B. Analisis Data Pengukuran

- Klik simbol  pada toolbar di atas, untuk memunculkan tampilan sebagai berikut. Pilih logger yang akan diamati pada bagian yang sesuai dengan gambar di bawah ini.




2. Lakukan analisis hasil pembacaan, seperti yang terdapat pada gambar berikut ini.

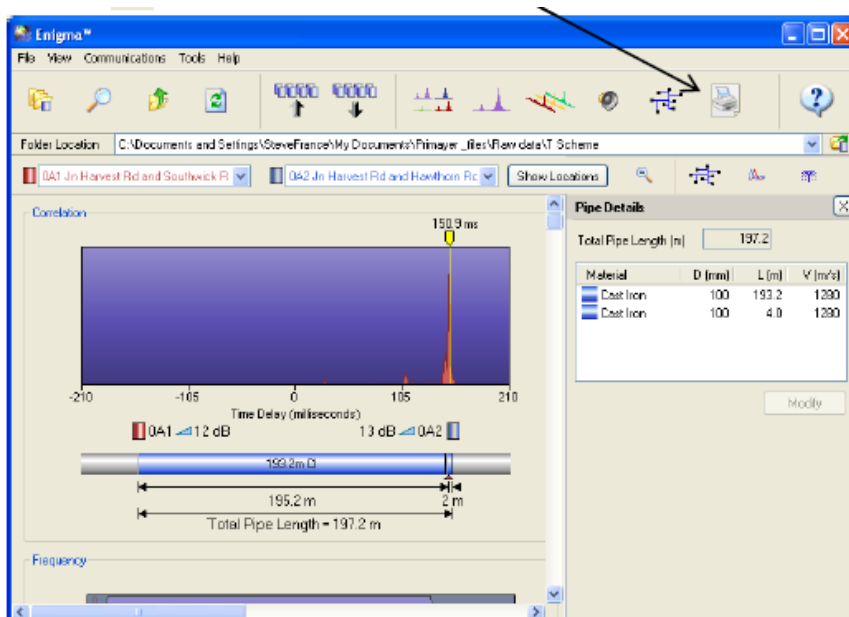


3. Dalam melakukan analisis, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya:

- Waktu terjadinya puncak noise,
- Lama atau tidaknya puncak noise itu terjadi.
- Jarak pipa yang terdapat puncak noise tersebut.

8.5.5 Mencetak Laporan Data Pengukuran

- Buka tampilan data yang akan dicetak.
- Klik simbol  untuk melakukan pencetakan data.



8.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat leak correlator Enigma.

1. Saat menyimpan alat, sebaiknya correlator sudah dalam keadaan “tidak merekam” untuk mencegah agar logger tidak terus merekam dan memenuhi memori alat.
2. Setelah selesai digunakan, usahakan correlator terhindar dari pengotor, seperti lumpur atau minyak karena dapat membuat correlator tidak bisa terbaca oleh software dan dapat juga merusak optik.
3. Jika ada correlator yang tidak terdeteksi oleh alat, maka perlu diperiksa kembali kondisi correlator. Jika kotor, maka bersihkan partikel pengotor pada bagian atas logger.

Jika ada logger yang tidak terdeteksi (logger 3?) maka bersihkan partikel pengotor pada bagian atas logger

4. Jangan melempar atau menjatuhkan correlator. Karena dapat membuat hal tersebut dapat merusak semikonduktor di dalam correlator.
5. Hindari pengukuran saat terjadi hujan.
6. Simpan peralatan pada suhu ruangan normal (27 oC – 32 oC)
7. Saat melakukan penyimpanan, tas harus berada dalam kondisi tertutup.

BAGIAN 9. PRESSURE GAUGE MANOMETER

9.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Pressure Gauge Manometer merupakan instrumen alat yang digunakan untuk mengukur tekanan suatu fluida pada ruangan tertutup. Pada aplikasi di lapangan, alat ini dapat berfungsi untuk mengukur tekanan air pada jaringan air bersih, terutama pada keran pelanggan, dengan tujuan untuk mengetahui apakah tekanan pada titik kritis masih memenuhi kriteria atau tidak. Penggunaan lain dari alat ini adalah untuk mengukur tekanan air dalam pipa setelah melalui sistem pemompaan. Penggunaan tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah tekanan yang dikeluarkan oleh pompa masih sesuai dengan spesifikasi pompa tersebut atau tidak.

Jenis alat pressure gauge manometer yang digunakan pada modul ini adalah Omega PGM Series Lower Fitting.



9.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Pressure Gauge Omega PGM:

1. Memiliki skala dalam satuan psi maupun bar.
2. Dapat diisi dengan cairan untuk mengukur tekanan pada peralatan yang memiliki tingkat getaran tinggi, seperti pompa, kompresor, dan peralatan mesin lainnya.
3. Pengisian cairan tersebut juga berfungsi untuk meminimalisasi efek dari kondisi lingkungan ekstrem tersebut, serta memperpanjang umur pakai alat karena dapat juga berfungsi sebagai pelumas yang melindungi mekanisme bagian dalam alat.
4. Dengan struktur yang seluruhnya dibuat dari bahan stainless steel, alat ini dapat digunakan pada kondisi yang bersifat korosif.

9.3 Spesifikasi Alat

Berikut ini adalah spesifikasi dari alat Leak Correlator Hycron:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Akurasi Alat | : $\pm 1\%$ |
| 2. Tekanan Kerja | : 75% dari skala penuh |
| 3. Perlindungan pada Tekanan Berlebih | : 130% dari skala penuh |
| 4. Range Temperatur Ambien | : $-40\text{ }^{\circ}\text{C} - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ |

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 5. Range Temperatur Proses | : -20 oC – 80 oC |
| 6. Derajat Perlindungan | : NEMA 4 (IP65) |
| 7. Elemen | : 316 SS |
| 8. Tampilan | : Safety glass dilaminasi |
| 9. Cakra angka | : Aluminium putih dengan huruf hitam |
| 10. Pointer | : Aluminium, dicat hitam |
| 11. Case dan Cincin Bezel | : 304 SS |
| 12. Geraka | : 304 SS |
| 13. Penghubung Tekanan | : 316 SS, ½ MNPT (4") |
| 14. Pelindung Blowout | : Cakram karet back-mounted |

9.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat pressure gauge manometer Omega.

Gambar 19 Anatomi Pressure Gauge Manometer Omega PGM-Series



1. Case stainless steel
2. Kaca
3. Pelat angka berskala
4. Fitting
5. Jarum penunjuk
6. Lubang pengisi cairan
7. Blowout Disk

9.5 Pengoperasian Alat

9.5.1 Persiapan

1. Sebelum melakukan pemasangan, commissioning, dan operasi, pastikan bahwa peralatan yang akan digunakan sudah sesuai dalam hal skala, desain, dan kondisi pengukuran yang spesifik.
2. Jika jalur pipa yang akan dipasang oleh alat tidak memiliki kestabilan yang cukup, mounting bracket sebaiknya digunakan untuk membantu mengencangkan posisi pemasangan alat.
3. Jika getaran tidak dapat dihindari untuk memasang alat pada posisi yang tepat, pressure gauge harus diisi dengan cairan.
4. Untuk penggunaan di luar ruangan, lokasi pemasangan yang dipilih harus mendukung perlindungan ingress, sehingga alat yang dipasang tidak akan terkena kondisi cuaca yang tidak diizinkan.
5. Guna menghindari pemanasan tambahan, alat tidak boleh terkena sengatan matahari secara langsung selama beroperasi.
6. Guna memastikan tekanan bisa dikeluarkan dengan aman jika terjadi kegagalan operasional, pressure gauge yang dipasang harus memiliki jarak 20 mm dari objek lainnya.
7. Periksa alat setelah unpacking untuk inspeksi visual terhadap kerusakan.
8. Tergantung kepada penggunaan, alat dapat perlu diisi dengan medium terlebih dulu sebelum dipasang, untuk memastikan alat akan bekerja sebagaimana mestinya.
9. Pemasangan alat hanya boleh dilakukan pada kondisi tanpa tekanan. Lakukan pelepasan tekanan pada bagian yang akan dipasang alat dengan menggunakan valve dan peralatan perlindungan lainnya.
10. Saat memasang pressure gauge, gaya yang dibutuhkan untuk mengencangkan alat tidak boleh digunakan kepada case. Pengencangan pada pemasangan hanya boleh dilakukan pada pelat spanner dengan menggunakan alat yang sesuai/tepat.

9.5.2 Pengukuran

1. Periksa pemasangan terutama pada bagian fitting untuk memastikan pressure gauge sudah terpasang dengan baik.
2. Hindari lonjakan tekanan yang tiba-tiba. Lepaskan valve yang digunakan untuk menahan tekanan secara perlahan.
3. Buka vent valve (jika tersedia) atau ubah dari tertutup menjadi terbuka. Perhatikan efek pada perlindungan ingress.
4. Alat pressure gauge akan menunjukkan tekanan fluida pada pipa/pompa/titik uji tekanan pada bagian yang terpasang.
5. Jangan memberikan beban eksternal tambahan terhadap alat (mis. digunakan untuk membantu memanjat, sebagai tumpuan benda lain dsb).

9.6 Perawatan Alat

9.6.1 Troubleshooting/Penanggulangan Masalah

Berikut ini adalah permasalahan yang dapat terjadi pada penggunaan alat pressure gauge manometer Omega PGM-Series, berikut dengan kemungkinan penyebab masalah dan langkah yang harus diambil untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Tabel 6 Permasalahan dan Penanggulangan Masalah Pressure Gauge Manometer Omega PGM Series

Permasalahan	Penyebab	Penanggulangan Masalah
Tidak ada pergerakan jarum penunjuk walaupun terjadi perubahan tekanan.	Pergerakan jarum terhambat.	Lakukan penggantian alat.
	Elemen tekanan yang cacat.	
	Port tekanan terhalang.	
Setelah pelepasan tekanan, jarum petunjuk masih menunjukkan angka di atas nol.	Terdapat gesekan pada gerakan	Ketuk case dengan ringan.
	Alat mengalami kelebihan beban.	Lakukan penggantian alat.
	Terjadinya kelelahan material pada elemen tekanan.	
Jarum penunjuk masih menunjuk keluar toleransi titik nol setelah pemasangan dan pelepasan tekanan.	Kesalahan pada pemasangan: alat tidak dipasang pada posisi yang nominal.	Periksa posisi pemasangan alat.
	Kerusakan pada pengiriman alat/barang.	Lakukan penggantian alat.
Peralatan berada di luar kelas akurasi.	Peralatan dioperasikan di luar batas performa yang diizinkan.	Periksa kesesuaian dengan parameter pemasangan. Lakukan penggantian alat.
Jarum penunjuk bergetar.	Terdapat getaran pada titik pemasangan.	Isi alat dengan menggunakan cairan.
Terdapat kerusakan mekanikal (kaca, case, dsb)	Penanganan alat yang tidak sesuai dengan ketentuan.	Lakukan penggantian alat.
	Beban yang tidak diizinkan pada titik pemasangan.	

9.6.2 Perawatan

1. Alat pressure gauge manometer ini tidak memerlukan perawatan khusus.
2. Indikator ukuran harus diperiksa satu tahun sekali atau dua kali. Untuk keperluan ini, alat harus dilepaskan dari tempat pemasangan dan diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan tekanan.
3. Perbaiki alat hanya boleh dilakukan oleh produsen alat, atau mengikuti konsultasi dengan produsen, oleh personil ahli yang terqualifikasi.
4. Bila alat akan dibersihkan, lepaskan alat dari suplai tekanan dengan benar.
5. Gunakan alat pelindung diri (APD) yang tepat sebelum melepaskan alat.
6. Bersihkan alat dengan menggunakan kain lembab.
7. Jangan gunakan zat pembersih agresif maupun benda tajam untuk melakukan pembersihan.

BAGIAN 10. POWER ANALYZER

10.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Power Analyzer merupakan instrumen alat ukur yang digunakan untuk mengukur kualitas daya pada suatu jaringan listrik. Alat ini dapat digunakan sebagai pengukur kualitas daya pada suatu instalasi listrik, dengan hasil pengukuran berupa daya, tegangan, arus, frekuensi, faktor daya, harmonik, THD, unbalance, dan lain-lain.

Jenis Power Analyzer yang digunakan di dalam modul ini adalah Lutron DW6095.

10.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Power Analyzer Lutron DW6095:

1. Dapat digunakan untuk pengukuran konfigurasi satu fasa dan tiga fasa (1P/2W, 1P/3W, 3P/3W, 3P/4W)
2. Memiliki parameter analisa daya yang sangat lengkap
3. Dapat melakukan analisis harmonik sampai 50 orde
4. Dilengkapi dengan batere yang dapat diisi ulang.
5. Dapat melakukan analisis dari Total Harmonic Distortion (THD)
6. Rasio CT (1 – 600) dan rasio PT (1 – 1.000) yang dapat diprogram.
7. Impendansi pada input ACV adalah 10M ohm.
8. Standar Keamanan: IEC 1010, CAT III 600V
9. Sumber tenaga batere AA (UM-3) DC 1.5V x8 batere (jenis alkalin) dengan adapter DC 9V.
10. Output data komputer, dapat disambungkan menggunakan kabel USB opsional (USB-01), Kabel RS-232 (UPCB-02)
11. Interval pengukuran dari 1 detik hingga 60 menit.
12. Berat 1kg

10.3 Spesifikasi Alat

Berikut ini adalah spesifikasi dari alat Power Analyzer Lutron DW6095:

- | | |
|-------------|---|
| 1. Sirkuit | : Sirkui microprocessor LSI kustomisasi |
| 2. Tampilan | : Ukuran LCD: 81,4 x 61 mm |

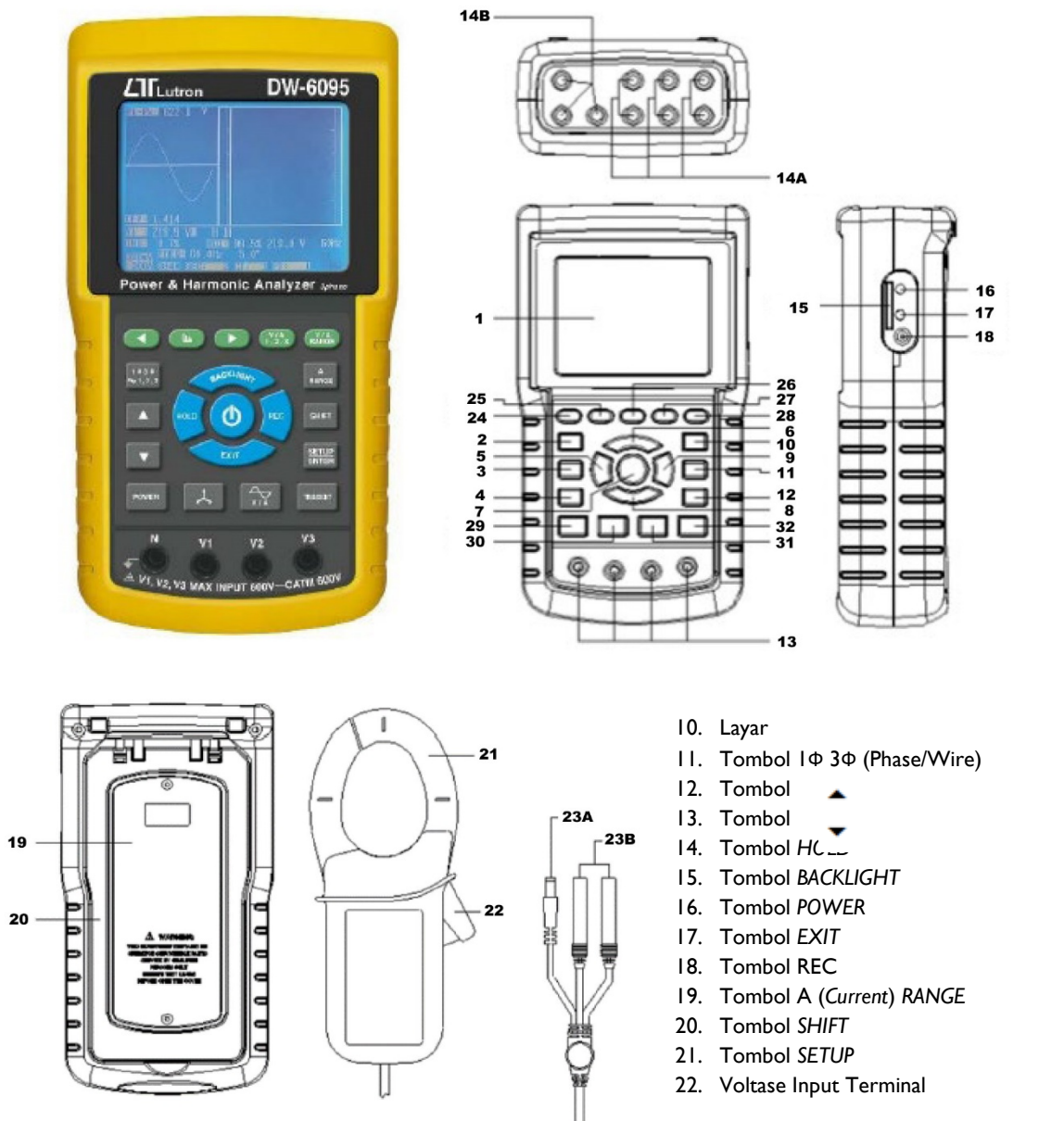


- Dot Matrix LCD (320 x 240 piksel) dengan backlight
3. Pengukuran : V (phase-to-phase)
 V (phase-to-ground)
 A (phase to ground)
 Kw/kVA, kVAR, PF (phase)
 KW/kVA/kVAR/PF (sistem)
 (kWH/kVAH/kVARH/PFH (sistem)
 Faktor Power
 Sudut fasa
 Frekuensi
 Tampilan harmonik
4. Sambungan Kabel : 1P/2W, 1{3W, 3P/3W, 3P/4W
5. Range Voltase : 10 ACV – 600 ACV, auto range
6. Sinyal dan jarak input probe arus : Voltase Input sinyal probe arus (ACV):
 200mV/300mV/500mV/1V/2V/3V
 Range input arus jepitan arus (ACA):
 20A/200A/2000A (1200A)/30A/300A/3000A
 Meter dapat digunakan dengan jepitan arus universal
7. Standar Keamanan : IEC1010 CAT III 600 V
8. Impedansi Input ACV : 10 Mega ohm
9. Pemilihan Range : ACV: otomatis, ACA: manual
10. Respon frekuensi clamp : 40 Hz – 1 kHz
11. Frekuensi Khusus Teruji : 45 – 75 Hz
12. Perlindungan Kelebihan Beban : ACV (720 ACV rms), ACA (1300 ACA dengan penjepit probe (CP-1201 untuk penjepit)
13. Indikator Kelebihan Beban : Layar LCD menunjukkan “OL”
 Data yang tersimpan dalam SD card akan Memunculkan angka “9999” atau “999”

10.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat power meter Lutron DW-6095.

Gambar 20 Anatomi Alat Power Analyzer Lutron DW-6095



- 14A. Soket Probe Pengukur Arus Sinyal Input
- 14B. Soket Probe Pengukur Arus Daya
- 15. Soket SD Card
- 16. Soket RS232
- 17. Tombol Reset (Atur Ulang)
- 18. Soket Adaptor Daya DC 9V
- 19. Penutup Baterai/Kompartemen Baterai
- 20. Stand
- 21. Caput Pendeteksi Arus
- 22. Trigger/Pelatuk
- 23A. Colokan Sinyal Probe Arus

- 23B. Colokan Daya Probe Arus
- 24. Tombol Analisis Harmonik
- 25. Tombol Harmonik
- 26. Tombol Analisis Harmonik Kanan
- 27. Tombol Pilihan Analisis V1, V2, V3, A1, A2, A3
- 28. Voltase Fungsi Harmonik/Rentang Input Arus
- 29. Tombol Pengukuran Daya
- 30. Tombol Diagram Fasa
- 31. Tombol Sinyal Voltase dan Arus
- 32. Tombol Transien

Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai fungsi tombol-tombol pada alat.

1. Tombol POWER (7): tombol untuk menghidupkan/mematikan alat.
2. Tombol 1 ϕ 3 ϕ (PHASE/WIRE) (2): tombol untuk memilih mode fungsi pengukuran (1P/2W, 1P/3W, 3P/3W, 3P/4W).
3. Tombol A (Current) Range (10): tombol untuk mengganti rentang arus secara cepat.
4. Tombol REC (Mode Rekam) (9): tombol untuk merekam data ke SD CARD.
5. Tombol HOLD (5): tombol untuk membekukan layar ketika membaca layar.
6. Tombol BACKLIGHT (6): tombol untuk mematikan/menghidupkan lampu layar LCD.
7. Tombol SETUP (12): tombol untuk mengatur fungsi untuk pengukuran.
8. Tombol EXIT (8): tombol untuk keluar dari layar setting.
9. Tombol SHIFT (11): tombol untuk melihat fungsi berbeda dalam layar setting.
10. Tombol ATAS (\blacktriangle) (3): tombol untuk memindahkan kursor ke atas di layar setting.
11. Tombol BAWAH (\blacktriangledown) (4): tombol untuk memindahkan kursor ke bawah di layar setting.
12. Tombol Analisis Harmonik Kiri (24)
13. Tombol Harmonik (25)
14. Tombol Analisis Harmonik Kanan (26)
15. Tombol Pilihan Analisis V1, V2, V3, A1, A2, A3 (27)
16. Voltase Fungsi Harmonik atau Rentang Input Arus (28)
17. Tombol Pengukuran Daya (29)
18. Tombol Diagram Fasa (30)
19. Tombol Sinyal Voltase dan Arus (31)
20. Tombol Transien (32)

10.5 Pengoperasian Alat

10.5.1 Persiapan

1. Sambungkan AC Adapter kepada alat.
2. Hidupkan alat dengan cara menekan tombol power.



3. Tekan tombol "SETUP" pada alat untuk mengatur konfigurasi alat.



4. Ikut langkah-langkah berikut ini:
 - a. Atur tanggal dan waktu jika tidak sesuai dengan waktu setempat.
 - b. Pilih jenis konfigurasi fasa (1P/2W, 1P/3W, 3P/3W, 3P/4W)
 - c. Pilih trans. Rev: 220V atau 380V
 - d. Pilih jenis clamp sensor
 - e. Masukkan range arus (sesuai jenis clamp sensor)

Folder Name:	WTA01	SETUP			
File Name:	3P401001.XLS	SHIFT 1			
REC Date:	2008-11-28 00:03:17				
Sampling Time:	2	Trans Ref : 220.0 V			
Delet File:	0 %	SDVP : 10%			
SD Format:	0 %	Decimal: Basic			
Use Size:	388 KB	Clamp Type: CP1201			
Free Size:	1946 MB	A Range: 200A			
Total Size:	1946 MB	V Range: 200mV			
PT:	1 : 1	V1 I1 P1			
CT:	1 : 1	S1 Q1 PF1			
Beep:	ON	Φ1 FREQ			
Year	Month	Date	Hour	Minute	Second
2010	11	13	14	37	25

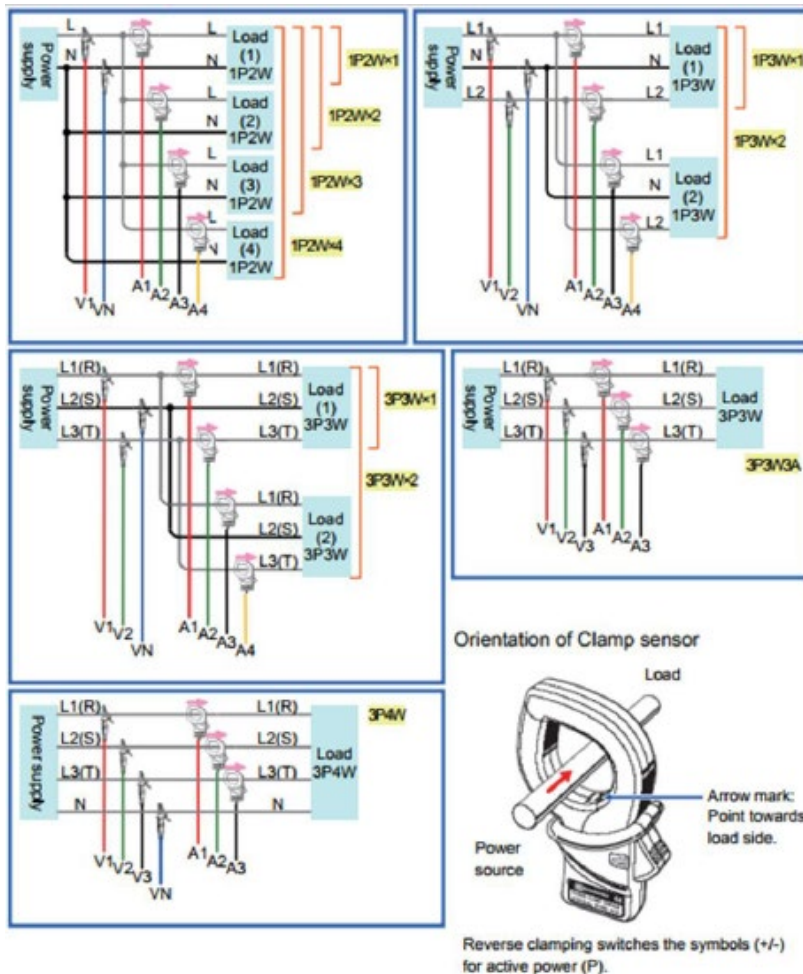
5. Pasang probe tegangan dan arus pada sistem jaringan listrik, sesuai dengan wiring sistem yang dipilih.
 - a. Untuk clamp arus dipasang pada port A1, A2, A3
 - b. Untuk probe tegangan dipasang pada port V1, V2, V3, N
 - c. Pemasangan disesuaikan dengan warna untuk mempermudah konfigurasi wiring.

Gambar 21 Penyesuaian Warna Untuk Konfigurasi Pemasangan Power Analyzer Lutron DW-6095

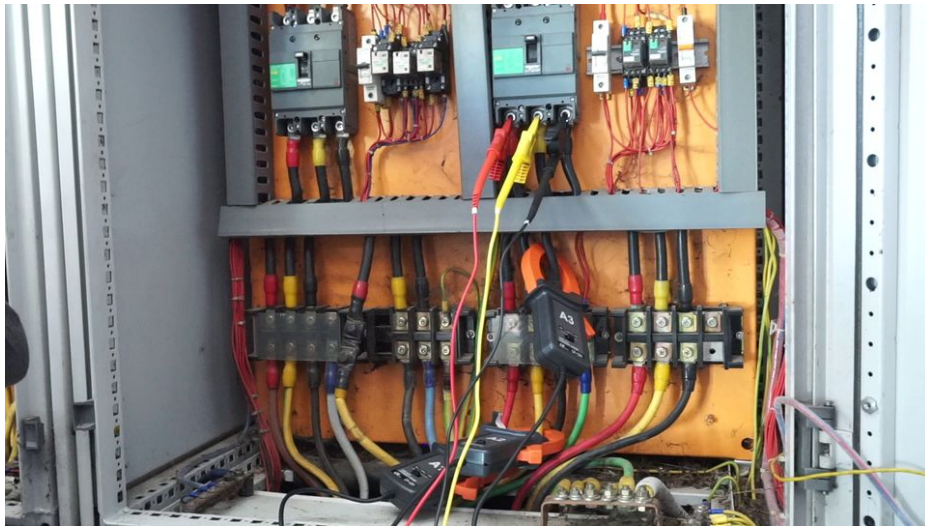


d. Berikut adalah contoh beberapa bentuk konfigurasi wiring fasa.

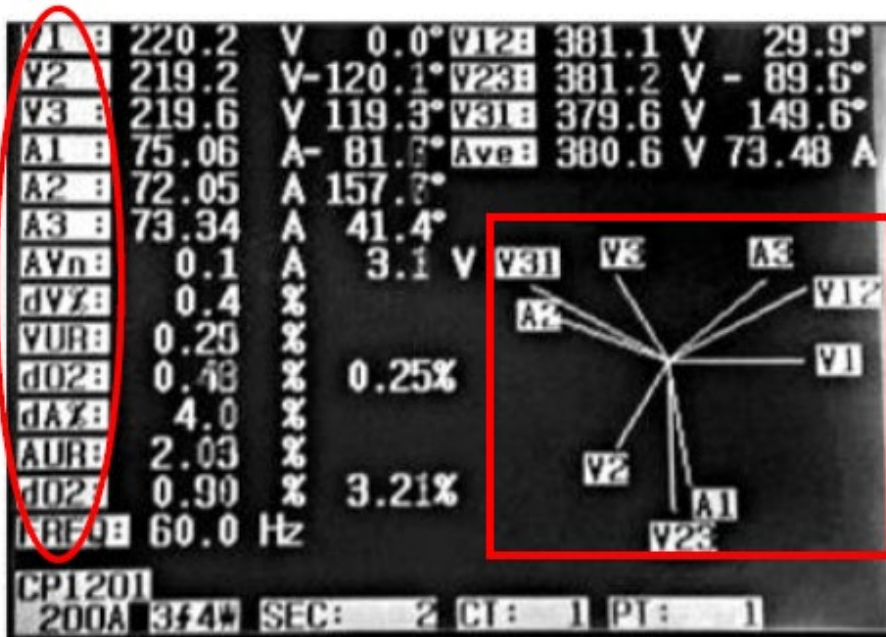
Gambar 22 Contoh Konfigurasi Pemasangan Power Analyzer Lutron DW-6095



- e. Hubungkan probe tegangan dan clamp arus pada instalasi listrik yang akan diukur. Pemasangan harus sesuai dengan konfigurasi, sebagai berikut:



- f. Periksa parameter perekaman dan vektor. Pastikan sudah sesuai dan benar:



10.5.2 Pengukuran

- I. Setelah tahap pemasangan wiring dan pengaturan sudah benar, mulai proses perekaman dengan menekan dan menahan tombol "REC".



2. Jika perekaman data dianggap sudah cukup, maka proses perekaman dapat dihentikan dengan menekan tombol “REC” dua kali.



10.5.3 Mengunduh Data Pengukuran

1. Buka software MS Excel.
2. Sambungkan alat dengan komputer/PC/laptop dengan salah satu dari kedua cara di bawah ini:
3. Pada MS Excel, buka file yang ada di dalam SDCard alat. Pilih file yang akan dibuka. (Contoh: 3P401001.xls, 1P201001.xls, 1P301001.xls, 3P301001.xls, etc.)
4. Klik file yang akan dibuka.
5. Tunggu proses memuat/loading.
6. Analisis data pengukurannya

Contoh data yang sudah dibuka:

Excel Data 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Position	Date	Time	V12	Unit	V23	Unit	V31	Unit	V1	Unit	V2
2	0	2009/1/14	08:58:53	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
3	0	2009/1/14	08:58:55	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
4	0	2009/1/14	08:58:57	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
5	0	2009/1/14	08:58:59	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
6	0	2009/1/14	08:59:01	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
7	0	2009/1/14	08:59:03	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
8	0	2009/1/14	08:59:05	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
9	0	2009/1/14	08:59:07	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
10	0	2009/1/14	08:59:09	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
11	0	2009/1/14	08:59:11	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0	ACV	0
12												
13												

Excel Data 2

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	V3	Unit	A1	Unit	A2	Unit	A3	Unit	P1	Unit	P2	Unit
2	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
3	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
4	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
5	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
6	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
7	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
8	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
9	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
10	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
11	0	ACV	0	ACA	0	ACA	0	ACA	0	KW	0	KW
12												
13												

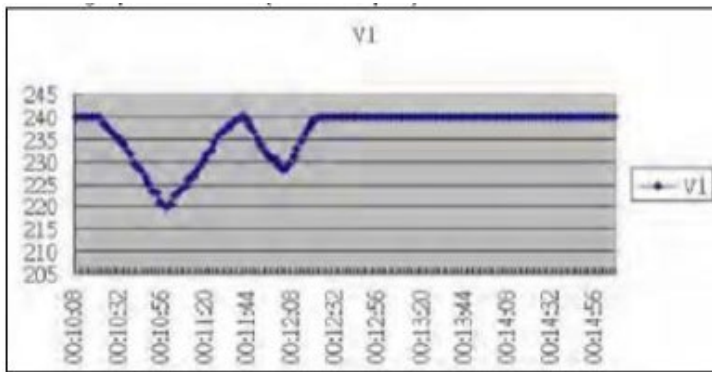
Excel Data 3

	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
1	P3	Unit	P(SUM)	Unit	S1	Unit	S2	Unit	S3	Unit	S(SUM)
2	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
3	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
4	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
5	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
6	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
7	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
8	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
9	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
10	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
11	0	KW	0	KW	0	KVA	0	KVA	0	KVA	0
12											
13											

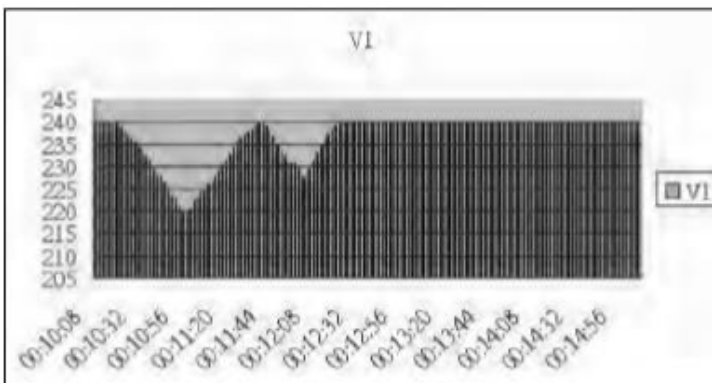
Excel Data 4

	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW
1	Q1	Unit	Q2	Unit	Q3	Unit	Q(SUM)	Unit	P1	Unit	P2	Unit
2	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
3	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
4	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
5	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
6	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
7	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
8	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
9	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
10	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
11	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	KVAR	0	0	0	0
12												
13												

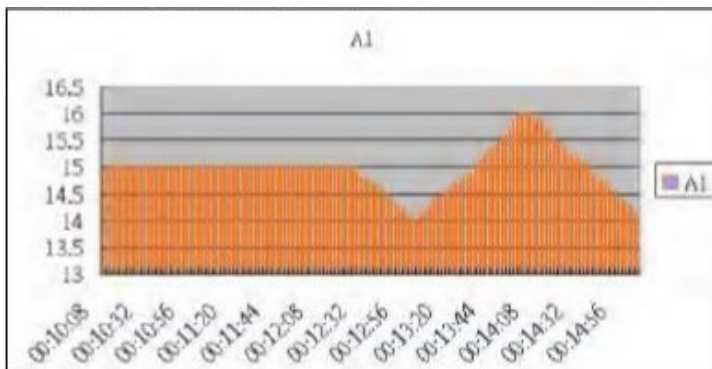
Excel Grafik 1



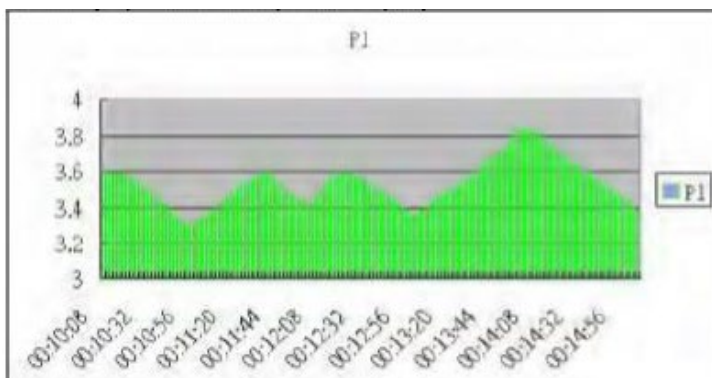
Excel Grafik 2



Excel Grafik 3



Excel Grafik 4



10.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat Power Analyzer Lutron DW6095.

- I. Isi ulang daya batere alat, jika pada tampilan layar muncul indikator lowbat.

V12: 0.0 V	V1: 0.0 V	A1: 0.00 A
V23: 0.0 V	V2: 0.0 V	A2: 0.00 A
V31: 0.0 V	V3: 0.0 V	A3: 0.00 A
P1: - 0.000 KW	S1: 0.000 KVA	Q1: - 0.000 KVAR
P2: - 0.000 KW	S2: 0.000 KVA	Q2: - 0.000 KVAR
P3: - 0.000 KW	S3: 0.000 KVA	Q3: - 0.000 KVAR
PΣ - 0.000 KW	SΣ : 0.000 KVA	QΣ : - 0.000 KVAR
PF1: - 0.00	PF2: - 0.00	PF3: - 0.00
PFΣ : 0.00	PFH: 0.00	
Φ 1: - 0.0°	Φ 2: - 0.0°	Φ 3: - 0.0°
WH: 0.000 KWH	SH: 0.000 KVAH	
QH: 0.000 KVARH	FREQ: 0.0 Hz	
CP1201		LOWBAT
20A	3Φ4W	PT: 1
SEC: 2	CT: 1	

2. Rapikan clamp sensor dan jepit buaya (probe alligator). Hindari komponen-komponen alat dari basah dan terkena cairan apapun.



3. Simpanlah alat pada suhu (-40 oC sampai 60 oC).
4. Kalibrasikan alat untuk setidaknya satu tahun sekali.
5. Jangan menggunakan Lutron DW6095 untuk mengukur tegangan di atas 1000 V AC/DC karena hal tersebut dapat merusak alat dan membahayakan teknisi karena adanya efek ledakan.

BAGIAN II. POWER CLAMP METER

II.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Power Clamp Meter merupakan instrumen alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus pada konduktor tanpa memutus kabel yang tersambung. Alat ini juga memiliki fungsi untuk mengukur arus listrik hanya dengan menjepit kabel yang tersambung.

Jenis Power Clamp Meter yang digunakan dalam modul ini adalah HIOKI 3288.

II.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Power Clamp Meter HIOKI 3288:

1. Dapat digunakan untuk pengukuran arus dan tegangan AC/DC.
2. Memiliki dua jepitan dengan bentuk yang ramping, memudahkan untuk pengukuran dengan panel yang penuh dengan kabel.
3. Dapat digunakan untuk mengukur arus tinggi, seperti untuk batere UPS darurat dan motor kereta.
4. Dapat digunakan untuk memeriksa tegangan, hambatan, dan kontinuitas.



II.3 Spesifikasi Alat

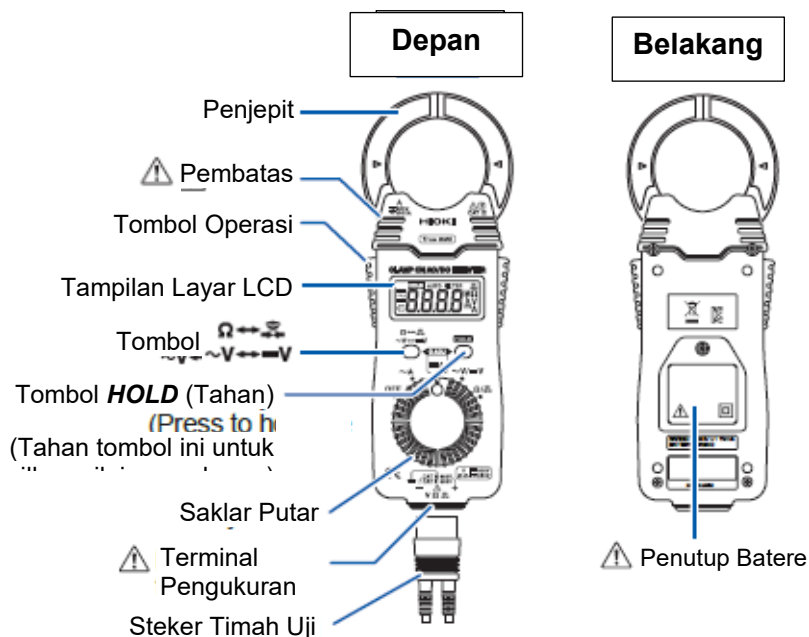
Berikut ini adalah spesifikasi dari alat Power Clamp Meter HIOKI 6288:

- | | |
|--|--|
| 1. Lingkungan Operasi | : Dalam ruangan, derajat polusi 2, ketinggian hingga 2.000 m |
| 2. Temperatur dan Kelembaban Operasi | : 0 oC – 40 oC
Kelembaban ≤80% (tidak ada kondensasi) |
| 3. Temperatur dan Kelembaban Penyimpanan | : -10 oC – 50 oC
Kelembaban ≤80% (tidak ada kondensasi) |
| 4. Standar | : Keamanan : EN61010
EMC : EN61326 |
| 5. Power Supply | : Batere koin/kancing CR2032 x1 (3V DC)
Nilai Daya Maksimum: 15 mVA |
| 6. Waktu Operasi Kontinyu | : Diperkirakan 60 jam |

- 7. Dimensi : Perkiraan 57W x 180H x 16D mm
- 8. Berat : Perkiraan 150 gram
- 9. Input Arus Maksimum : 1.000 A AC/DC Kontinue (ACA/DCA)
- 10. Input Tegangan Maksimum : 600 V AC/DC (ACV/DCV)
- 11. Perlindungan Kelebihan Beban : 600 V AC/DC (AVD/DCV)
250 V AC/DC (
- 12. Nilai Tegangan Maksimum ke Bumi : - Jepitan
600 V AC (pengukuran kategori III)
(Kelebihan tegangan sementara yang diantisipasi: 6000 V)
- Terminal Pengukuran Tegangan (ACV/DCV)
600 V AC (pengukuran kategori II)
300 V AC (pengukuran kategori III)
(Kelebihan tegangan sementara yang Diantisipasi: 4.000 V)
- 13. Metode Pengukuran AC : Metode pengukuran RMS yang sebenarnya
- 14. Tingkat Pembaruan Tampilan : 400 ms±25 ms
- 15. Diameter konduktor maksimum : Ø35 mm atau kurang

11.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat power clamp meter HIOKI 6288.



Gambar 23 Anatomi Alat Power Clamp Meter Hioki 6288

11.5 Pengoperasian Alat


11.5.1 Persiapan

1. Periksa timah uji (test lead) untuk memastikan bagian tersebut tidak mengalami kerusakan.
2. Periksa pengukuran hambatan dan uji kontinuitas untuk memastikan komponen tersebut beroperasi dengan normal.
3. Pastikan daya batere penuh/tidak kosong.

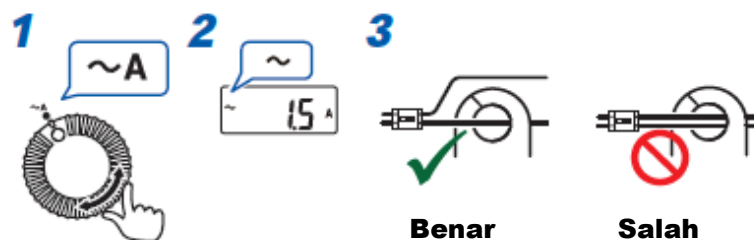
11.5.2 Pengukuran

Power Clamp Meter HIOKI 6288 dapat digunakan untuk mengukur beberapa parameter elektrik untuk arus bolak-balik (AC) maupun arus searah (DC). Cara penggunaan alat ini untuk mengukur berbagai parameter elektrik pada kedua jenis arus dapat dilihat pada instruksi dan diagram sederhana di bawah ini.



1. Pengukuran Arus AC ($\sim A$)

- a. Putar kenop/saklar hingga jarum indikator menunjuk ke simbol .
- b. Pastikan muncul simbol \sim pada tampilan layar LCD.
- c. Masukkan satu bentangan kabel listrik ke dalam penjepit. Hindari memasukkan dua bentangan kabel sekaligus.

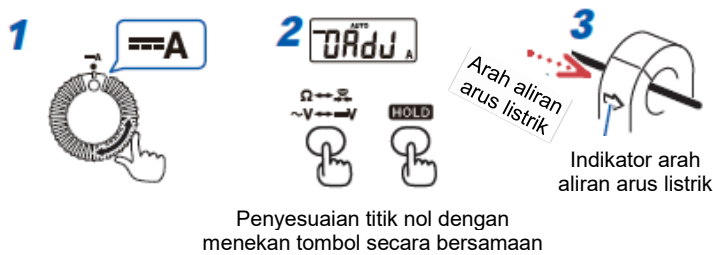
Gambar 24 Pengukuran Arus Aliran AC Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288



2. Pengukuran Arus DC ($=A$)

- a. Putar kenop/saklar hingga jarum indikator menunjuk ke simbol .
- b. Tekan tombol  dan HOLD secara bersamaan untuk melakukan penyesuaian titik nol.
- c. Masukkan bentangan kabel listrik ke dalam penjepit. Perhatikan agar arah aliran arus listrik searah dengan tanda panah yang terdapat pada penjepit.

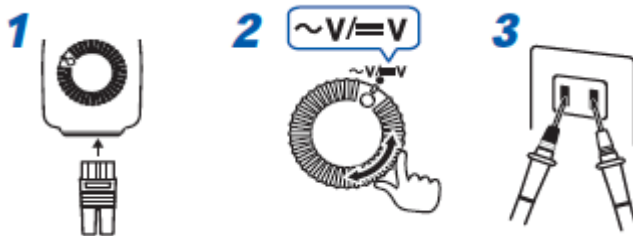
Gambar 25 Pengukuran Arus Aliran DC Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288



3. Pengukuran Tegangan AC ($\sim V$)

- a. Pasang timah uji (test lead) dengan alat melalui steker timah uji.
- b. Putar kenop/saklar hingga jarum indikator menunjuk ke simbol $\sim V \text{==} V$
- c. Gunakan kedua timah uji untuk mengukur tegangan pada instrumen yang hendak diukur.

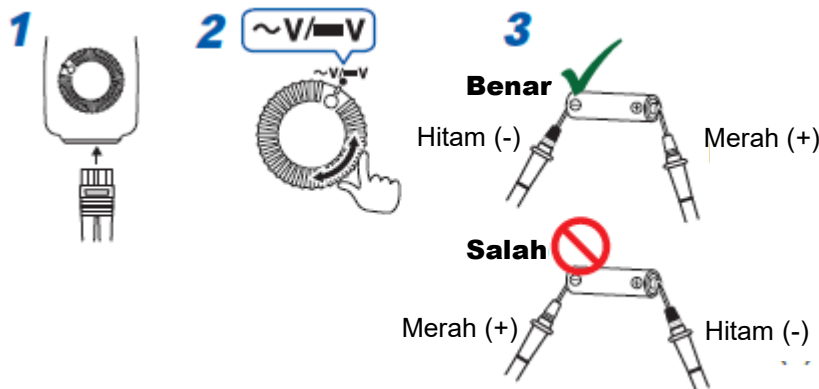
Gambar 26 Pengukuran Tegangan Aliran AC Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288




4. Pengukuran Tegangan DC (=V)

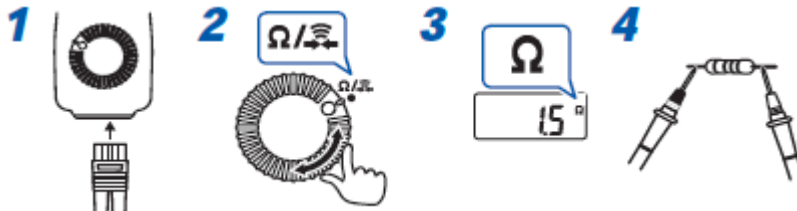
- a. Pasang timah uji (test lead) dengan alat melalui steker timah uji.
- b. Putar kenop/saklar hingga jarum indikator menunjuk ke simbol $\sim V \text{==} V$
- c. Gunakan timah uji untuk mengukur tegangan pada bagian instrumen yang hendak diukur. Perlu diingat bahwa timah uji berwarna hitam digunakan pada kutub negatif dan timah uji berwarna merah digunakan pada kutub positif.

Gambar 27 Pengukuran Tegangan Aliran DC Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288






5. Pengukuran Hambatan (Ω)

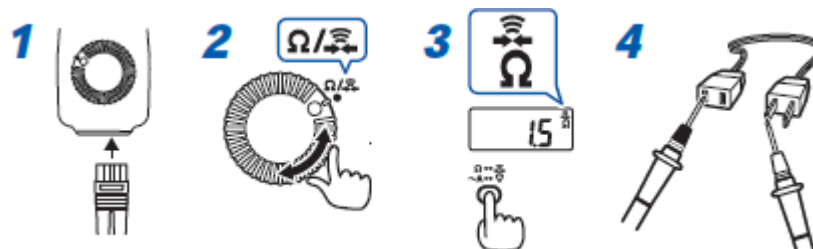
- Pasang timah uji (test lead) dengan alat melalui steker timah uji.
- Putar kenop/saklar hingga jarum indikator menunjuk ke simbol 
- Pastikan simbol Ω uncul pada tampilan layar LCD.
- Gunakan timah uji pada resistor yang hendak diukur untuk mengukur hambatan yang dimiliki oleh resistor tersebut.



Gambar 28 Pengukuran Hambatan Resistor Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288

6. Pengukuran Kontinuitas

- Pasang timah uji (test lead) dengan alat melalui steker timah uji.
- Putar kenop/saklar hingga jarum indikator menunjuk ke simbol 
- Tekan tombol  hingga muncul simbol  pada tampilan layar LCD.
- Gunakan timah uji pada komponen elektrikal yang hendak diperiksa kontinuitas aliran listrik di dalamnya.



Gambar 29 Pengukuran Kontinuitas Aliran Listrik Komponen Elektrikal Dengan Power Clamp Meter Hioki 6288

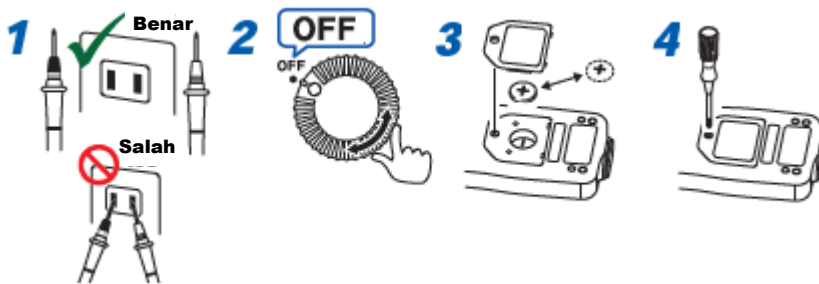
11.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat Power Clamp Meter HIOKI 6288.

- Pengukuran akan berkurang kualitasnya oleh kotoran pada permukaan penjepit yang saling bertemu. Jaga kebersihan permukaan tersebut dengan menggunakan kain kering dan lembut.
- Untuk membersihkan alat, gunakan kain lembut yang telah dilembabkan dengan air atau deterjen ringan.
- Bersihkan layar LCD dengan hati-hati menggunakan kain kering dan lembut.
- Untuk memasukkan atau mengganti baterai, siapkan baterai lithium koin/kancing CR2032.

5. Ikuti langkah-langkah berikut ini untuk melakukan pemasangan baterai pada alat Power Clamp Meter HIOKI 6288.
 - a. Pastikan kedua timah uji (test lead) tidak menempel pada perangkat elektrikal.
 - b. Putar kenop/saklar hingga jarum indikator menunjuk ke simbol OFF.
 - c. Lepaskan bagian penutup baterai pada bagian belakang alat. Masukkan baterai dengan kutup positif menghadap keluar.
 - d. Pasang kembali bagian penutup baterai dan kencangkan sekrup dengan menggunakan obeng.

Gambar 30 Langkah Penggantian Baterai Alat Power Clamp Meter Hioki 6288



BAGIAN 12. AVO METER

12.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

AVO Meter merupakan instrumen alat ukur multimeter digital yang berfungsi untuk mengukur berbagai parameter elektrik, seperti tegangan AC dengan impedansi rendah, tegangan AC/DC dengan input impedansi tinggi, pengukuran frekuensi, pengukuran hambatan, pengukuran kontinuitas suara, pengukuran dan pengujian sambungan semikonduktor, pengukuran kapasitansi, pengukuran arus AC/DC, dan pengukuran temperatur.

Dalam aplikasinya pada pelaksanaan efisiensi energi, AVO Meter memiliki aplikasi yang sama dengan Power Analyzer. Namun, penggunaannya diutamakan untuk mengukur parameter elektrik pada panel yang sempit.

Jenis AVO Meter yang akan digunakan pada modul ini adalah jenis CA 5277,



12.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat AVO Meter CA 5277:

9. Dapat melakukan pengukuran TRMS AC/DC untuk tegangan dan arus
10. Dapat melakukan 5 pengukuran per detik
11. Memiliki kategori pengukuran CAT IV 600V/CAT III 1000V
12. Memiliki indeks perlindungan IP54
13. Memiliki dua mode grafik dengan 61+2 segmen
14. Dapat melakukan pengukuran tegangan impedansi rendah dengan filter low-pass
15. Dapat mengukur hingga tegangan 1000V dan arus 10A
16. Dapat mengukur arus mulai dari besaran 1 μ A
17. Dapat mengukur arus ionisasi, hambatan/kontinuitas audible, temperatur/ kapasitansi.

12.3 Spesifikasi Alat

Berikut ini adalah spesifikasi dari alat AVO Meter CA 5277:

- | | |
|---------------------|--|
| 11. Tampilan Layar | : 2 x 6.000 counts dengan backlighting |
| 12. Tampilan Grafik | : 61+2 unsur, mode ganda (titik nol di tengah) |

13. Metode Pengambilan Data	: TRMS AC/DC
14. Jarak Pengukuran	: 5 pengukuran/detik
15. Penentuan Jarak Otomatis/ Fungsi Dapat Dimatikan	: Ya Ya
16. Deteksi AC/DC Otomatis	: Tidak ada
17. Pengukuran Tegangan DC	: Jarak : 600 mV/6V/60V/600V/1.000V Akurasi : 0,09% + 2cts Resolusi : 0.1 mV – 1 V
18. Pengukuran Tegangan AC	: Jarak : 600 mV/6V/60V/600V/1.000V Resolusi : 0.1 mV – 1 V Bandwidth : 40 Hz – 10 kHz
19. Tegangan AC Impedansi Rendah	: Jarak : 600 mV/6V/60V/600V/1.000V Resolusi : 0.1 mV – 1 V
20. Tegangan AC+DC	: Jarak : 600 mV/6V/60V/600V/1.000V Resolusi : 0.1 mV – 1 V
21. Arus DC	: Jarak : 6000 μ A/60mA/600mA 6A/10A/(20A/30s) Resolusi : 1 μ A – 0.01A Arus Ionisasi: 0.2 μ A-20.0 μ A
22. Arus AC	: Jarak : 6A/10A Resolusi : 0.001A – 0.01A
23. Arus AC+DC	: Jarak : 600 mV/6V/60V/600V/1.000V Resolusi : 0.1 mV – 1 V
24. Resistensi/Hambatan (Ω)	: Jarak : 600 Ω /6000 Ω /60 k Ω /600 k Ω / 6 M Ω /60 M Ω Resolusi : 0.1 Ω – 0.1 M Ω
25. Audible Continuity	: Ya
26. Uji Dioda	: Ya
27. Frekuensi	: Jarak : 60 Hz/6 kHz/60 kHz Resolusi : 0.1 Hz – 10 Hz
28. Resistensi	: Jarak : 6 nF/60 nF/600 nF/6 μ F/60 μ F/ 600 μ F/6 mF/60 mF Resolusi : 0.001 nF – 10 μ F

- 29. Temperatur : Jarak : -59,6 oC – 1.200 oC
Resokusi : 0.1 oC – 1 oC
- 30. Hold : Ya
- 31. Keamanan : CAT IV 600 V dan CAT III 1.000 c;
- 32. Tingkat Perlindungan : IP 654
- 33. Power Suppy : 1 x 0V
- 34. Dimensi / Berat : 90 x 190 x 45 mm / 400 gr

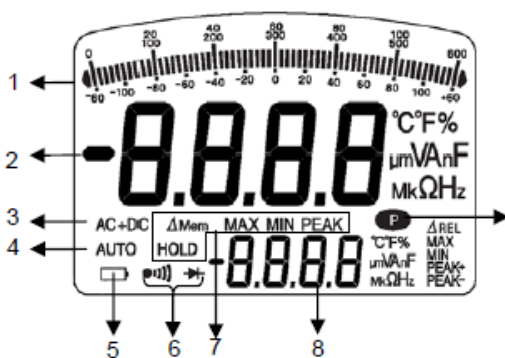
12.4 Anatomi Alat

12.4.1 Tampilan Layar

Tampilan layar multimeter memungkinkan pengguna untuk:

- Menampilkan fungsi yang sedang dipilih: 
- Memperlihatkan tampilan analog dari parameter yang diukur dengan menggunakan grafik batang.

Gambar 31 Anatomi Tampilan Layar AVO Meter CA-5277







1. Grafik batang
2. Tampilan utama (nilai dan unit pengukuran)
3. Jenis Pengukuran
4. Pemilihan skala pengukuran
5. Indikator lemah baterai
6. Pengukuran *audible continuity*
Pengukuran dan pengujian sambungan semikonduktor
7. Tampilan mode yang dipilih
8. Tampilan sekundu untu pengukuran tegangan, arus, temperatur, frekuensi; mode MAX/MIN/PEAK, dan REL
9. Mode permanen: fungsi mematikan alat secara otomatis dimatikan

Tabel berikut ini merupakan deskripsi dari simbol yang muncul pada tampilan layar AVO Meter CA-5277

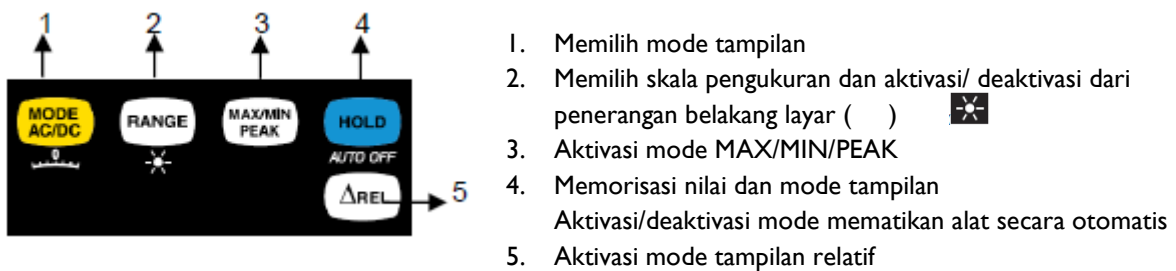
Tabel 7 Deskripsi Simbol pada Tampilan Layar Alat AVO Meter CA-5277

No.	Simbol	Deskripsi
1	AC	Pengukuran sinyal AC
2	DC	Pengukuran sinyal DC
3	AC+DC	Pengukuran sinyan AC dan DC
4	AUTO	Pengaturan jarak pengukuran secara otomatis
5	ΔREL	Nilai relatif dibandingkan dengan referensi
6	ΔMEM	Keberadaan nilai relatif pada memori
7	HOLD	Memorisasi dan menampilkan nilai yang diingat
8	MAX	Nilai RMS maksimum

No.	Simbol	Deskripsi
9	MIN	Nilai RMS minimum
10	PEAK+	Nilai puncak maksimum
11	PEAK-	Nilai puncak minimum
12	.run r.un ru.n	Meter kapasitansi, pengambilan data dalam proses
13	-----	Pengukuran frekuensi tidak dapat dilakukan
14	O.L	Kapasitas pengukuran melebihi batas
15	V	Volt
16	Hz	Hertz
17	F	Farad
18	oC oF	Derajat Celsius, Derajat Fahrenheit
19	A	Ampere
20	%	Persen
21	Ω	Ohm
22	n	Simbol satuan nano
23	μ	Simbol satuan mikro
24	m	Simbol satuan mili
25	k	Simbol satuan kilo
26	M	Simbol satuan mega
27		Simbol pengukuran audible continuity
28		Simbl pengukuran dan pengujian sambungan semikonduktor
29		Mode permanen
30		Indikator baterai kosong

12.4.2 Fungsi Tombol

Gambar 32 Anatomi Tombol Alat AVO Meter CA-5277



12.4.3 Fungsi Saklar

Gambar 33 Anatomi Saklar Putar Alat AVO Meter CA-5277



Tabel 8 Penjelasan Fungsi Saklar Putar Alat AVO Meter CA-5277

No.	Fungsi
1 dan 10	Mematikan Multimeter
2	Pengukuran tegangan dengan impedansi rendah (V _{lowZ})
3	Pengukuran tegangan AC, DC, atau AC+DC dengan impedansi tinggi (V)
4	Pengukuran frekuensi (Hz)
5	Pengukuran hambatan/resistensi (Ω) Pengukuran audible continuity Pengujian dioda
6	Pengukuran kapasitansi (μF)
7	Pengukuran temperatur(T ^o)
8	Pengukuran arus AC, DC, atau AC+DC (μA atau mA)
9	Pengukuran arus AC, DC, atau AC+DC (A)

12.4.4 Fungsi Terminal

Gambar 34 Anatomi Terminal Alat AVO Meter CA-5277



1. Arus 6A, 10A
2. Arus 20μA, 6000μA, 60mA, 600mA
3. Pengukuran lainnya
4. Umum/Common




12.5 Pengoperasian Alat

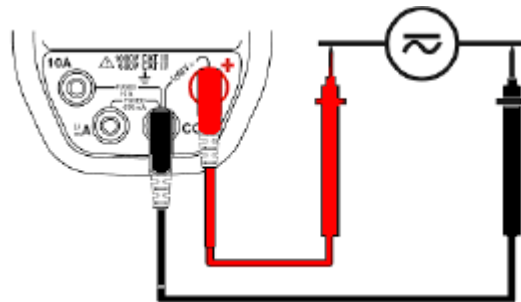
12.5.1 Persiapan


1. Jika saklar berada pada posisi “OFF”, putar saklar tersebut kepada fungsi yang diinginkan.
2. Seluruh bagian tampilan akan muncul sebelum layar menampilkan fungsi yang dipilih.
3. AVO Meter siap untuk digunakan.

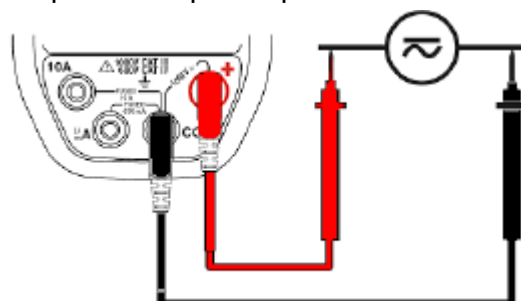
12.5.2 Pengukuran


1. Pengukuran Tegangan

- a. Atur saklar kepada posisi  atau .
- b. Pilih jenis sinyal (AC, DC, atau AC+DC) dengan menekan tombol . Tergantung dari pilihan, layar akan menampilkan AC, DC, ataupun AC+DC.
- c. Hubungkan jarum-kabel hitam ke terminal “COM” dan jarum-kabel merah ke terminal “+”.
- d. Tempatkan test probes pada terminal dari sirkuit yang ingin diukur.

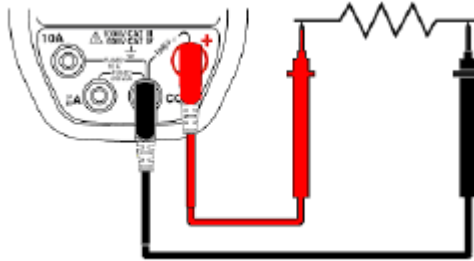


- e. Baca hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar.
 - f. Berdasarkan kepada pengaturan awal, tampilan kedua mengindikasikan frekuensi, kecuali untuk sinyal DC.
- #### 2. Pengukuran Frekuensi
- a. Atur saklar kepada posisi .
 - b. Hubungkan jarum-kabel hitam ke terminal “COM” dan jarum-kabel merah ke terminal “+”.
 - c. Tempatkan test probes pada terminal dari sirkuit yang ingin diukur.






- d. Baca hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar.
- #### 3. Pengukuran Resistensi/Hambatan
- a. Atur saklar kepada posisi .

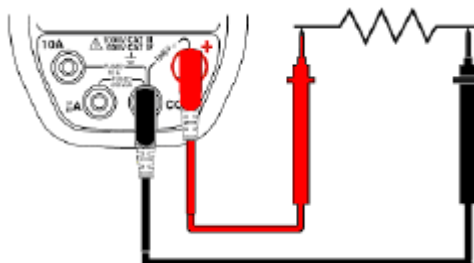
- b. Hubungkan jarum-kabel hitam ke terminal “COM” dan jarum-kabel merah ke terminal “+”.
- c. Tempatkan test probes pada terminal dari komponen.
- d. Seluruh pengukuran resistensi harus dilakukan dalam kondisi alat mati.



- e. Baca hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar.
- f. “O.L” akan muncul apabila sirkuit yang diukur terbuka.




4. Pengukuran Resistensi/Hambatan

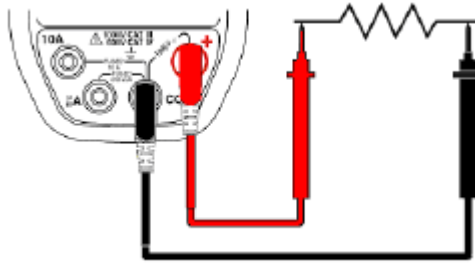
- a. Atur saklar kepada posisi 
- b. Tekan tombol  untuk memunculkan simbol  pada layar.
- c. Hubungkan jarum-kabel hitam ke terminal “COM” dan jarum-kabel merah ke terminal “+”.
- d. Tempatkan test probes pada terminal dari komponen.



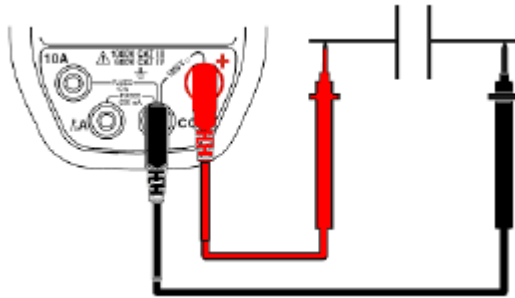
- e. Baca hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar.
- f. Suara kontinuitas akan muncul jika $R < 30\Omega \pm 3\Omega$
- g. “O.R” akan muncul apabila sirkuit yang diukur terbuka.

5. Pengujian Dioda

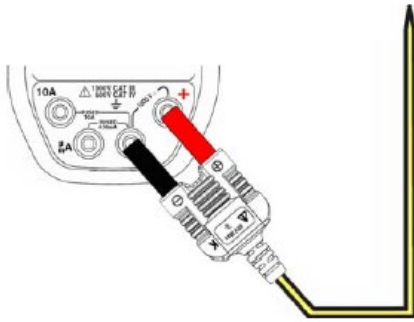
- a. Atur saklar kepada posisi 
- b. Tekan tombol  dua kali untuk memunculkan simbol  pada layar.
- c. Hubungkan jarum-kabel hitam ke terminal “COM” dan jarum-kabel merah ke terminal “+”.
- d. Tempatkan test probes pada terminal dari komponen.



- e. Baca hasil pengukuran ambang batas tegangan yang ditampilkan pada layar.
 - f. "O.L" akan muncul apabila sirkuit yang diukur terbuka.
6. Pengukuran Kapasitansi
- a. Atur saklar kepada posisi μF
 - b. Hubungkan jarum-kabel hitam ke terminal "COM" dan jarum-kabel merah ke terminal "+".
 - c. Tempatkan test probes pada terminal dari komponen.






- d. Baca hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar.
 - e. "O.L" akan muncul apabila nilai yang diukur melebihi jarak pengukuran kapasitansi, atau jika kapasitor mengalami hubungan arus pendek.
 - Untuk nilai tinggi, siklus pengukuran juga meliputi tampilan yang "berjalan" yang ditandai dengan tampilan titik desimal yang terus bergerak. Hal ini menandai bahwa proses pengambilan data sedang dalam proses. Tunggu hingga layar menampilkan hasil secara digital.
 - Sebelum dilakukan discharge pada kapasitansi yang sangat tinggi membantu untuk mengurangi waktu pengukuran.
7. Pengukuran Kapasitansi
- a. Atur saklar kepada posisi $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$
 - b. Tekan tombol **MODE AC/DC** untuk memilih unit dan skala dari temperatur (oC atau oF)
 - c. Sambungkan sensor temperatur kepada terminal "COM" dan "+", sesuai dengan posisi ujung jarum.

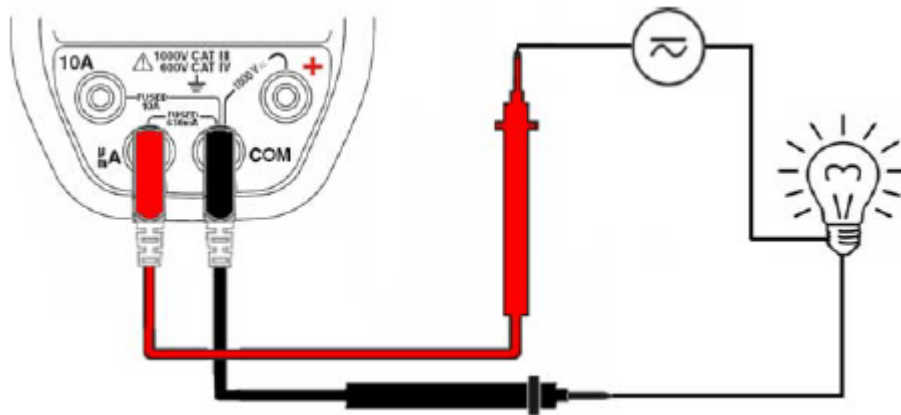




- d. Baca hasil pengukuran yang ditunjukkan pada layar.
- e. "O.L" akan muncul jika thermocouple terputus.
- f. Untuk hasil yang lebih akurat, hindari penggunaan instrumen terhadap perubahan temperatur yang tiba-tiba.


8. Pengukuran Arus


Pengukuran arus pada 

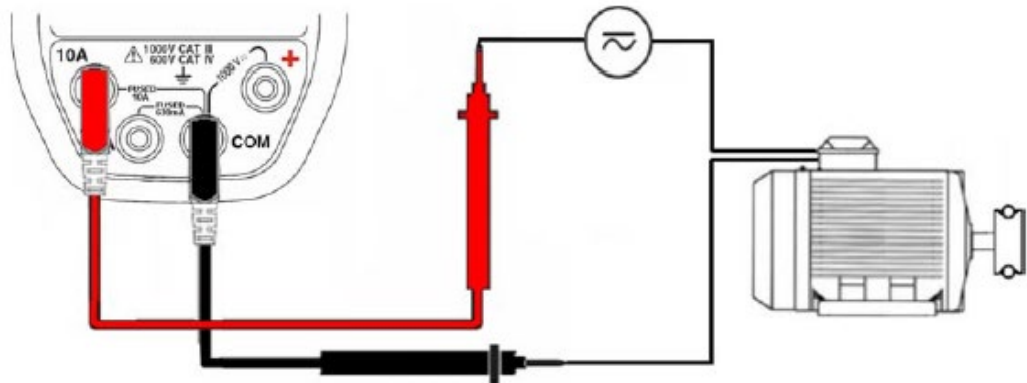
- a. Atur saklar kepada posisi 
- b. Pilih jenis sinyal (AC, DC, atau AC+DC) dengan menekan tombol .
Tergantung dari pilihan, layar akan menampilkan AC, DC, ataupun AC+DC.
- c. Hubungkan jarum-kabel hitam ke terminal "COM" dan jarum-kabel merah ke terminal "μA".
- d. Tempatkan test probe secara seri antara sumber dan beban.



- e. Baca hasil pengukuran yang ditunjukkan pada layar.
- f. Secara default, tampilan kedua mengindikasikan frekuensi, kecuali untuk sinyal DC.
- g. Jarak 21 μA , yang hanya bisa diakses menggunakan tombol , dikhususkan untuk menguji sensor ionisasi pada boiler berbahan bakar gas. Pengukuran  hanya tersedia dengan coupling DC dan pengukuran dalam 210 digit (resolusi 0,1 μA).

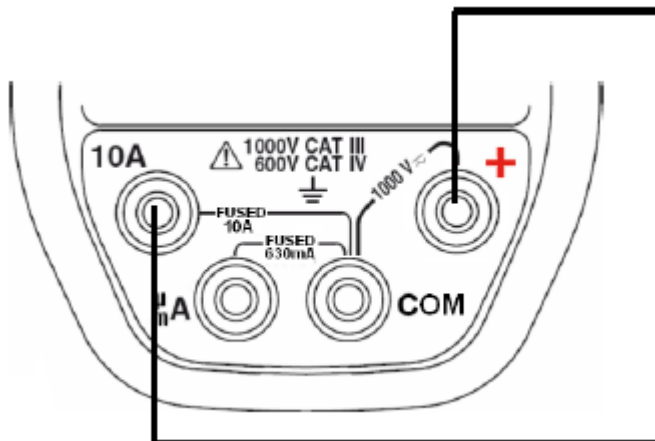
Pengukuran arus pada 

- a. Atur saklar kepada posisi **A** 
- b. Pilih jenis sinyal (AC, DC, atau AC+DC) dengan menekan tombol **MODE AC/DC**
Tergantung dari pilihan, layar akan menampilkan AC, DC, ataupun AC+DC.
- c. Hubungkan jarum-kabel hitam ke terminal “COM” dan jarum-kabel merah ke terminal “10A”.
- d. Tempatkan test probe secara seri antara sumber dan beban.



- e. Baca hasil pengukuran yang ditunjukkan pada layar.
 - f. “O.L” akan muncul jika arus yang diukur > 20A.
 - g. Secara default, tampilan kedua mengindikasikan frekuensi, kecuali untuk sinyal DC.
9. Mendeteksi Sekring Putus atau Meleleh

Jika sekring sudah meleleh, sirkuit diantara COM dan soket 10A akan terputus. Tampilan layar akan menunjukkan indikasi “OL”.



- a. Atur saklar ke posisi Ω .
- b. Hubungkan soket V kepada soket 10A seperti pada gambar di atas, dengan soket “COM” dibiarkan terbebas.
- c. Tampilan pada layar seharusnya akan menunjukkan hasil < 2 Ω . Jika tidak, lakukan penggantian sekring.


12.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat AVO Meter CA 5277.

1. Pembersihan

- Cabut semua sambungan dari alat dan atur saklar untuk berada di posisi "OFF".
- Gunakan kain berbahan lembut yang dibasahi dengan air sabun. Basuh dengan kain lembab dan keringkan dengan cepat menggunakan kain kering atau udara bertekanan.
- Pastikan tidak ada benda asing yang menghalangi operasi dari sistem fitting kabel.

2. Menggantikan baterai.

- Simbol  mengindikasikan bahwa daya baterai sudah lemah. Ketika simbol ini muncul pada tampilan layar, alat masih dapat beroperasi hingga 20 jam ke depan sebelum mati.
- Untuk mengganti baterai, lakukan langkah-langkah berikut ini:
 - a. Atur saklar pada posisi "OFF".
 - b. Lepaskan kabel-kabel pengukuran dari terminal input.
 - c. Gunakan obeng untuk membuka keempat baut yang menahan penutup baterai di bagian belakang alat.
 - d. Ganti baterai yang sudah habis digunakan.
 - e. Kencangkan kembali cover.

3. Menggantikan Sekering

- Siapkan sekering pengganti dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a. Sekering besar: ukuran 10 x 38 jenis HRC, 10A, 1000V, 30 kA
 - b. Sekering kecil: ukuran 6,3 x 32 jenis HRC, 630 mA, 1000V, 50 kA
- Untuk menggantikan sekering, ikut langkah-langkah berikut ini:
 - a. Atur saklar pada posisi "OFF".
 - b. Lepaskan kabel-kabel pengukuran dari terminal input.
 - c. Gunakan obeng untuk membuka keempat baut yang menahan cover di bagian belakang alat.
 - d. Lepaskan sekering yang sudah rusak dengan mencongkel sekering tersebut dari tempatnya dengan menggunakan bantuan obeng.
 - e. Pasang sekering baru pada tempat yang sama.
 - f. Pasang kembali sekrup pada penutup bagian belakang.

4. Disarankan untuk melakukan kalibrasi ulang pada alat setidaknya satu tahun sekali.

BAGIAN 13. THERMAL DETECTOR

13.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Thermal detector atau infrared camera merupakan alat ukur berupa kamera suhu digital untuk mengukur temperatur dengan sinar inframerah dari sebuah objek dan memberikan keterangan gambar secara termografis.

Dalam aplikasinya pada pelaksanaan efisiensi energi, thermal detector umumnya diaplikasikan untuk mendeteksi suhu pada panel listrik dan motor pompa, serta peralatan listrik lainnya. Hal tersebut dilakukan untuk mendeteksi apakah ada instrumen mekanikal elektrikal yang memiliki kondisi abnormal.

Thermal detector yang akan digunakan pada modul ini adalah THT45 yang dibuat oleh HT Italia.



13.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Thermal Detector THT45:

1. Temperatur inframerah yang digunakan untuk pengukuran adalah $-20\text{ }^{\circ}\text{C} - 350\text{ }^{\circ}\text{C}$
2. Terintegrasi dengan kamera untuk mengambil foto.
3. Memiliki fungsi penggabungan gambar dalam gambar (PiP)
4. Memiliki fungsi auto fusion (AUF)
5. Memiliki pilihan 3 kursor pengukuran.
6. Memiliki empat standar palet warna.
7. Pembesaran elektronik $\times 1 - \times 32$.
8. Pendeteksian otomatis dari panas/dingin pada gambar.
9. Penyimpanan gambar dengan format JPG pada microSD Card eksternal.
10. Resolusi sinar inframerah: 80×80 piksel.
11. Menggunakan port USB untuk menyambungkan alat dengan dan memindahkan hasil pengukuran yang disimpan ke komputer/PC.
12. Dengan fitur WiFi untuk menyambungkan alat dengan perangkat mobile melalui aplikasi THTView.
13. Perekaman video dengan format MPEG4 yang disimpan ke dalam microSD Card.

14. Output berupa video dan audio.
15. Memiliki laser pointer dan lampu iluminasi yang terintegrasi.
16. Menggunakan baterai Li-ION yang dapat diisi ulang.
17. Analisis dan mencetak gambar dengan perangkat lunak khusus.

13.3 Spesifikasi Alat

Berikut ini adalah spesifikasi dari alat AVO Meter CA 5277:

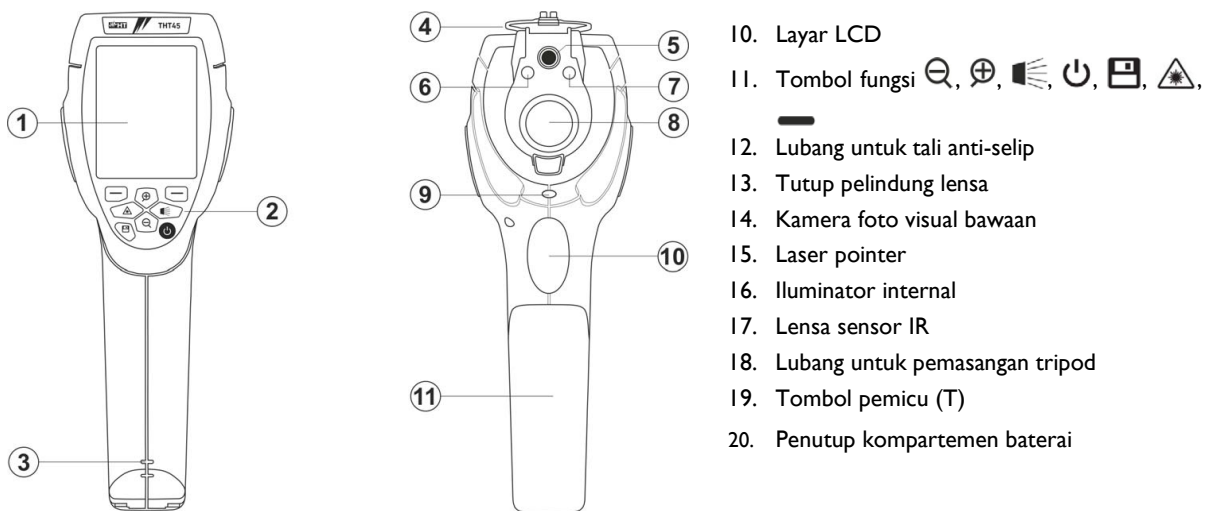
- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Tipe sensor inframerah | : UFPA (80 x 80 pxl, 34□m – THT45W) |
| 2. Respon spektrum | : 8 – 14□m |
| 3. Jarak visual (FOV)/lensa | : 17° x 17° (THT45W)/9mm |
| 4. IFOV (@1m) | : 3.78 mrad (THT45W) |
| 5. Pengaturan fokus lensa | : Manual |
| 6. Jarak fokus minimal | : 0.5m |
| 7. Pembacaan temperatur | : °C, °F, °K |
| 8. Palet warna tersedia | : 4 (Iron, Rainbow, Grey, Grey inverse) |
| 9. Laser pointer | : Kelas 2 berdasarkan IEC 60825 – I |
| 10. Pencahayaan terintegrasi | : Cahaya LED putih |
| 11. Pembesaran elektronik | : x1, x32 |
| 12. Koreksi emisivitas | : 0.01 – 1.00 dengan skala 0.01 |
| 13. Pengaturan mode gambar | : Otomatis / manual |
| 14. Fungsi pengukuran | : koreksi dengan emisivitas dan suhu yang dipantulkan |
| 15. Kursor pengukuran | : 3 (Fixed, Max temp., Min Temp.) |
| 16. Kamera foto terintegrasi | : 1.3 Mpxl, FOV 59° |
| 17. Fungsi PiP Fusion | : IR dalam Visual dan Fungsi AUF |
| 18. Output video | : HDMI |
| 19. Perekaman video inframerah | : Kartu microSD (MP4, 1280 x 960 @30fps, max 60 menit) |
| 20. Kapasitas memori | : Kartu microSD 8 GB (>2000 gambar JPG)
Kapasitas maksimum 32 GB |
| 21. Antarmuka PC | : USB 2.0/WiFi (perangkat mobile – THT45W) |

22. Output Audio : Ya
 Sumber Tenaga
23. Suplai internal : Baterai Li-ION yang dapat diisi ulang, 3,7V
 2600mAh
24. Suplai eksternal : Adapter 100 – 240 VAC (50/60Hz)/5VDC
25. Umur baterai : 4 jam dalam penggunaan terus menerus
 Tampilan Layar
26. Karakteristik Tampilan Layar : Berwarna, LCD 2.8", 320 x 240 pxl
 Karakteristik Mekanikal
27. Ukuran (PxLxT) : 224 x 77 x 96 mm (9 x 3 x 4 inch)
28. Berat (termasuk baterai) : 0.5 kg (10 lb)

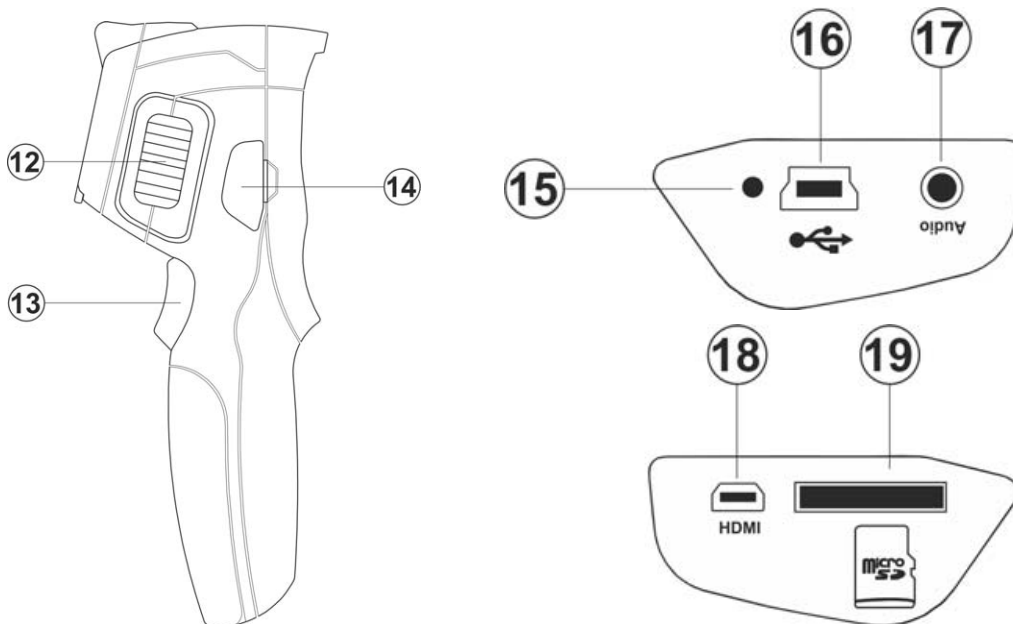
13.4 Anatomi Alat

13.4.1 Keterangan Alat

Gambar 35 Anatomi Tampak Depan dan Belakang Alat Thermal Detector THT45W

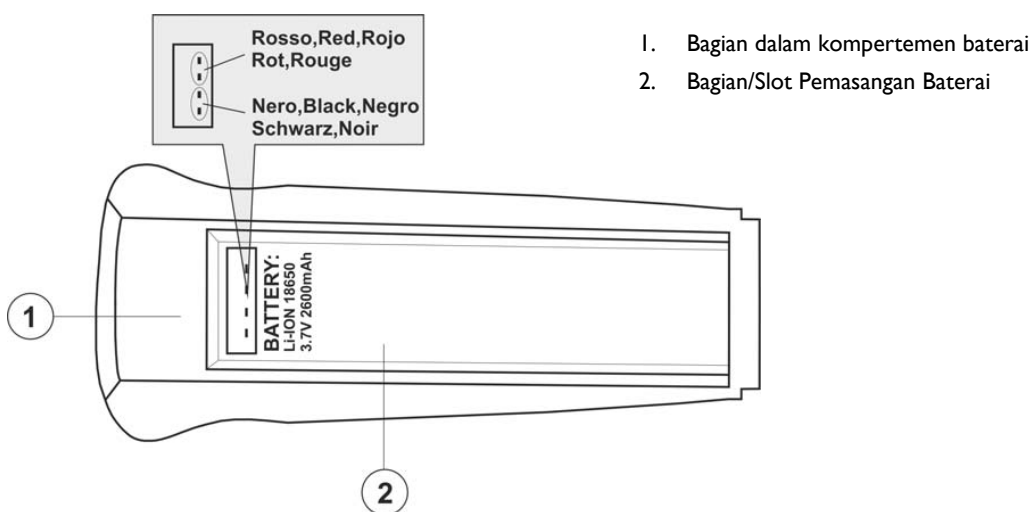


Gambar 36 Anatomi Tampak Samping, Atas, dan Bawah Alat Thermal Detector THT45W



- 12. Pengatur fokus lensa
- 13. Kunci pemicu (T)
- 14. Lokasi input dan output alatt
- 15. LED indikator pengisian daya baterai
- 16. Input untuk menghubungkan adaptor AC/mengisi daya baterai dan port micro USB
- 17. Input audio untuk menghubungkan mikrofon/headphone
- 18. Output video HDMI
- 19. Input untuk kartu microSD







Gambar 37 Anatomi Kompartemen Batere Alat Thermal Detector THT45W



13.4.2 Keterangan Fungsi Tombol

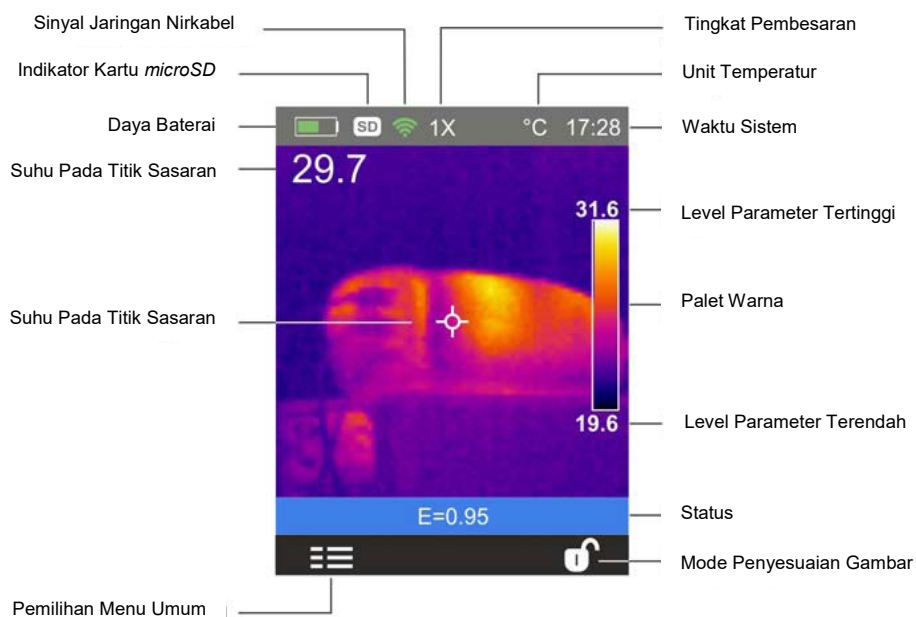
Tabel berikut ini akan menjelaskan fungsi dari masing-masing tombol pada alat thermal detector.

Tabel 9 Fungsi Tombol Alat Thermal Detector THT45W

No.	Tombol	Fungsi
1		Tombol ini berfungsi untuk menghidupkan alat. Setelah sekitar 10 detik melakukan autotest internal, alat akan menunjukkan layar ukur normalnya. Untuk mematikan alat, tekan dan tahan tombol ini selama 2 detik.
2		Kedua tombol ini masing-masing berfungsi untuk memperkecil atau memperbesar gambar pada tampilan. Tombol yang sama juga digunakan dalam menggerakkan pilihan pada parameter sistem.
3		Menekan dan menahan tombol ini akan mengaktifkan atau menonaktifkan pencahayaan internal. Tombol yang sama juga digunakan untuk memilih parameter sistem.
4		Menekan dan menahan tombol ini akan mengaktifkan/menon-aktifkan penunjuk laser. Tombol yang sama juga digunakan untuk memilih parameter sistem.
5		Tombol ini digunakan untuk mengakses atau keluar dari galeri gambar (format JPG) atau video (format MP4) yang disimpan di dalam kartu microSD yang ditanamkan di dalam alat.
6		Tombol ini digunakan untuk memprogram masing-masing alat untuk mengaktifkan pemilihan parameter atau untuk keluar dan kembali ke layar utama. Tombol-tombol ini digunakan untuk memilih mode penyesuaian gambar antara Otomatis dan Manual.
7	T	Tombol yang dapat ditemukan di bagian depan alat ini digunakan untuk mengambil gambar dari lensa dan menyimpannya ke dalam kartu microSD. Menekan dan menahan tombol ini dalam beberapa detik akan mengaktifkan model pengambilan dengan video secara otomatis.






13.4.3 Keterangan Antarmuka Alat

Gambar 38 Anatomi Antarmuka Utama Alat Thermal Detector THT45W



Arti simbol yang ditemukan pada layar dijelaskan pada tabel bawah ini.

Tabel 10 Arti Simbol Pada Antarmuka Utama Alat Thermal Detector THT45W

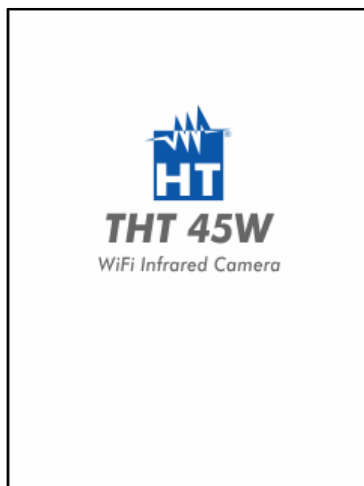
Simbol	Penjelasan
	Kartu micro SD di dalam alat
E=0.95	Tetapan nilai emisivitas objek
°C	Indikasi unit pengukur suhu
	Akses ke fungsi menu utama
IX	Indikasi persentase Zoom (x1 - x32)
	Indikasi tingkat pengisian baterai
	Indikasi koneksi WiFi aktif
17.28	Indikasi waktu sistem saat ini
Level	Level Indikasi level suhu dari gambar IR
Palette	Indikasi palet dari palet warna
	Pengaturan mode penyesuaian gambar

13.5 Operasional Alat

13.5.1 Persiapan

A. Menyalakan Alat

1. Tekan tombol "⏻", layar akan menunjukkan tampilan seperti gambar di bawah ini.



2. Alat melakukan autotest internal selama 20 detik. Setelah itu, akan muncul tampilan pengukuran pada layar LCD.
3. Alat akan melakukan kalibrasi otomatis dan komutasi internal yang berlangsung selama 30 detik. Selama proses ini berlangsung, dapat terdengar suara dari dalam alat. Alat dapat dioperasikan sepenuhnya setelah interval waktu tersebut dilewati.

B. Pengaturan Alat

1) Pengaturan Antarmuka Utama

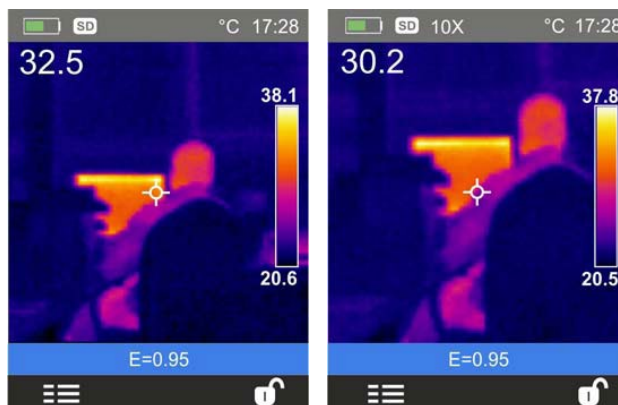
a) Pengaturan fokus gambar

Pengaturan fokus gambar IR yang ditemukan pada tampilan alat harus dilakukan secara manual dengan memutar adjuster yang dipasang di bagian depan. Jaga alat agar tetap stabil saat melakukan pengaturan ini.

b) Pembesaran gambar

Alat ini dilengkapi dengan fungsi pembesaran digital elektronik dari gambar IR dan gambar frame visual. Untuk menggunakan fungsi ini, lakukan sebagai berikut:

1. Sorot objek yang akan diukur dan tekan tombol \oplus untuk memperbesar gambar jika diperlukan. Setiap penekanan tombol tersebut akan meningkatkan ukuran gambar sebesar 10% dari ukuran aslinya. Alat akan menunjukkan nilai pembesaran pada sisi atas layar. Jarak pembesaran yang dapat dilakukan adalah sebesar 1x hingga 32x.




2. Tombol \ominus digunakan untuk memperkecil gambar hingga akhirnya kembali ke ukuran gambar asli.

c) Menyesuaikan jarak objek di layar mode Fusion

Dalam mode tampilan "Fusion", ketika objek berada dekat dengan lensa, gambar visual yang terlihat akan cenderung menjadi lebih besar karena posisi lensa dan kamera yang berbeda. Sedangkan, pada kasus yang sama, gambar inframerah akan cenderung menjadi lebih kecil. Ketika objek berjarak lebih dari 2 meter dari lensa, efek ini akan menghilang. Alat dapat memberikan kompensasi pengaruh jarak objek kurang dari 2 meter dengan melakukan pengaturan sebagai berikut:

1. Pilih menu "Alignment" di dalam menu Setting.
2. Gunakan tombol \equiv dan dilanjutkan tombol \ominus atau \oplus untuk mengatur nilai jarak lensa dari objek. Nilai jarak yang dapat dilihat adalah sebagai berikut: 0,5 m, 1 m, 1,5 m dan >2 m.
3. Tekan tombol "Select" untuk menyimpan perubahan pengaturan alat, atau "Close" untuk keluar tanpa menyimpan perubahan pengaturan alat.

2) Menu Pengaturan Umum




Dengan menekan tombol , alat menunjukkan menu umum yang memberikan akses terhadap fungsi internal sebagai berikut:

Gambar 39 Sub-Menu Pengaturan Umum Alat Thermal Detector THT45W



Menu Measure	→ menentukan pemilihan kursor yang dapat digunakan sambil mengukur (maks 3 kursor)
Menu Emiss	→ menentukan pengaturan emisivitas objek
Menu Image	→ menentukan mode tampilan gambar
Menu Palette	→ menentukan pemilihan jenis palet yang dapat digunakan pada alat
Menu Range	→ menentukan rentang suhu pengukuran alat





a) Menu Setting




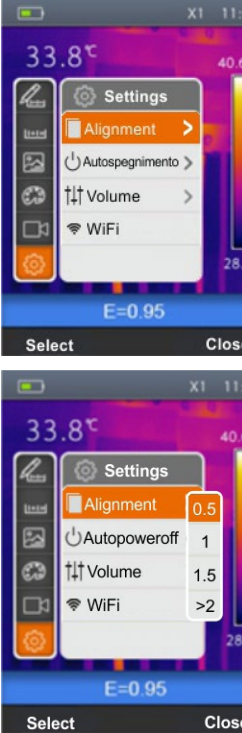

Dengan memilih "Setting" dengan tombol  atau  dan menekan tombol "Select" atau tombol , alat akan memasuki sub-menu untuk mengatur nilai-nilai parameter sistem.



Adapun sub-menu dari menu "Setting" yang berpengaruh terhadap operasional dan hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 11 Sub-Menu "Setting" yang Berpengaruh Terhadap Perekaman dan Pengukuran Data Alat Thermal Detector THT45W

No	Nama Sub-Menu	Ilustrasi	Fungsi	Instruksi Penggunaan																										
1	Temp Unit		Mengatur jenis unit suhu yang digunakan oleh alat pengukur.	<ol style="list-style-type: none"> Pilih sub-menu "Temp Unit" dengan tombol \oplus atau \ominus dan tekan tombol \blacksquare untuk memunculkan tampilan pemilihan unit pada layar. Gunakan tombol \oplus atau \ominus untuk memilih unit temperatur dengan pilihan: °C, °F atau K. Tekan tombol "Select" untuk menyimpan perubahan pengaturan alat, atau tombol "Close" untuk keluar tanpa menyimpan perubahan pengaturan alat. 																										
2	Factory Set	 	Mengembalikan pengaturan parameter alat menjadi seperti pengaturan semula.	<ol style="list-style-type: none"> Pilih item "Factory Set" dengan tombol \oplus atau \ominus dan tekan tombol \blacksquare. Tekan tombol "Select" untuk memulihkan kondisi awal (lihat Tabel di bawah ini) atau "Close" untuk membatalkan operasi. <table border="1" data-bbox="890 1064 1321 1527"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Pengaturan Awal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kursor tengah layar</td> <td>On</td> </tr> <tr> <td>Kursor suhu maksimum</td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>Kursor suhu minimum</td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>Emisivitas</td> <td>0.95</td> </tr> <tr> <td>Suhu yang dipantulkan</td> <td>25° C</td> </tr> <tr> <td>Tampilan gambar</td> <td>IR</td> </tr> <tr> <td>Palet warna</td> <td>Iron</td> </tr> <tr> <td>Mode pengaturan suhu</td> <td>Auto</td> </tr> <tr> <td>Bahasa</td> <td>English</td> </tr> <tr> <td>Laser</td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>Pencahayaan</td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>WiFi</td> <td>Off</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Pengaturan Awal	Kursor tengah layar	On	Kursor suhu maksimum	Off	Kursor suhu minimum	Off	Emisivitas	0.95	Suhu yang dipantulkan	25° C	Tampilan gambar	IR	Palet warna	Iron	Mode pengaturan suhu	Auto	Bahasa	English	Laser	Off	Pencahayaan	Off	WiFi	Off
Parameter	Pengaturan Awal																													
Kursor tengah layar	On																													
Kursor suhu maksimum	Off																													
Kursor suhu minimum	Off																													
Emisivitas	0.95																													
Suhu yang dipantulkan	25° C																													
Tampilan gambar	IR																													
Palet warna	Iron																													
Mode pengaturan suhu	Auto																													
Bahasa	English																													
Laser	Off																													
Pencahayaan	Off																													
WiFi	Off																													
3	Time Set		Mengatur tanggal/waktu dari sistem alat.	<ol style="list-style-type: none"> Pilih menu "Time Set" dengan tombol \oplus atau \ominus dan tekan tombol \blacksquare untuk memunculkan tampilan pengaturan tanggalan dan waktu. Gunakan tombol \blacksquare atau \blacktriangle untuk memilih format tanggal dan waktu yang diinginkan Gunakan tombol \oplus atau \ominus untuk mengatur tanggal dan waktu yang diinginkan Tekan tombol "Ok" untuk menyimpan perubahan pengaturan alat, atau tombol 																										

No	Nama Sub-Menu	Ilustrasi	Fungsi	Instruksi Penggunaan
				<p>"Close" untuk keluar tanpa menyimpan perubahan pengaturan alat.</p>
4	Informa-tion		Informasi umum tentang alat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pilih menu "Information" dengan tombol ⊕ atau ⊖ dan tekan tombol  sehingga muncul tampilan informasi pada layar. 2. Informasi (model, nomor seri, versi internal firmware, tanggal kalibrasi terakhir, sisa kapasitas memori pada kartu microSD) ditampilkan pada layar. 3. Tekan tombol "Close" untuk keluar dan kembali ke tampilan utama.
5	Align-ment		Menentukan jarak antara lensa dan objek yang dipertimbangkan alat untuk tampilan "Fusion"	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pilih item "Alignment" dengan tombol ⊕ atau ⊖ atau tekan tombol  sehingga muncul tampilan seperti pada gambar sisi kanan bawah ini pada layar LCD. 2. Gunakan tombol ⊕ atau ⊖ untuk memilih jarak di antara opsi; 0,5m, 1m, 1,5m atau > 2m. 3. Tekan tombol "Select" untuk menyimpan perubahan pengaturan alat, atau "Close" untuk keluar tanpa menyimpan perubahan pengaturan alat.

b) Menu Pengukuran

Bagian ini digunakan untuk memilih/membatalkan pilihan tampilan dari tiga kursor pengukuran yang tersedia secara independen. Thermal camera ini memiliki:

- 1 kursor stabil (titik) di tengah layar
- 1 kursor dinamis yang mengidentifikasi suhu tempat terpanas dari gambar
- 1 kursor dinamis yang mengidentifikasi suhu titik terdingin dari gambar

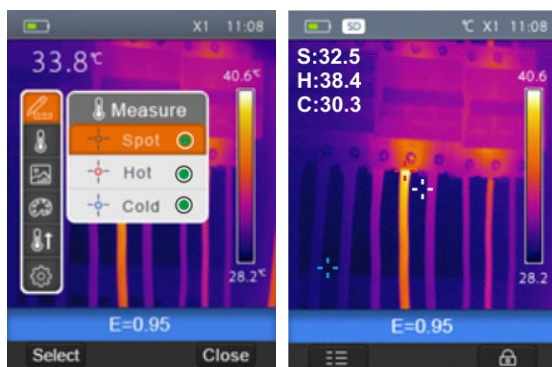
Berikut ini adalah langkah-langkah untuk melakukan pengaturan pada menu pengukuran:

1. Pilih item "Measure" dengan tombol \oplus atau \ominus dan tekan tombol \equiv .



2. Gunakan tombol \oplus atau \ominus dan tekan dan tahan tombol "Select" atau tombol \equiv untuk memilih/tidak memilih kursor pengukuran yang diinginkan antara:
 - a. Spot (kursor putih yang stabil, ditandai dengan huruf "S")
 - b. Hot (nilai maks kursor merah, ditandai dengan huruf "H")
 - c. Cold (kursor biru nilai minimum, ditandai dengan huruf "C")

Nilai suhu yang terkait dengan kursor ditemukan di sisi kiri atas layar.



3. Tekan tombol "Close" untuk melakukan konfirmasi pilihan dan kembali ke antarmuka utama.
- c) Menu Emisivitas

Bagian ini digunakan untuk menetapkan nilai-nilai emisivitas dan parameter suhu tercermin (reflected temperature) yang diperlukan untuk kemungkinan koreksi pada pengukuran suhu yang dilakukan oleh alat.

Parameter Emisivitas

Untuk melakukan pengukuran suhu yang akurat, nilai emisivitas (ϵ) yang sesuai dengan kondisi di lapangan sangat penting. Nilai emisivitas ini menggambarkan kemampuan suatu objek untuk memantulkan atau menyerap radiasi, yang dipengaruhi oleh jenis material dari objek tersebut. Nilai emisivitas berada diantara nilai 0 (dapat memantulkan radiasi inframerah dengan sempurna) dan 1 (dapat menyerap radiasi inframerah dengan sempurna). Sebagian besar permukaan yang dicat atau teroksidasi memiliki perkiraan nilai emisivitas sebesar 0,95. Tabel di bawah ini menunjukkan nilai emisivitas dari beberapa material yang umum digunakan.

Tabel 12 Nilai Emisivitas Material pada Alat Thermal Detector THT45W

No.	Material	Emisivitas	No.	Material	Emisivitas
1	Air	0.96	10	Tape	0.96
2	Stainless steel	0.14	11	Foil kuningan	0.06
3	Aluminium foil	0.09	12	Kulit manusia	0.98
4	Aspal	0.96	13	Plastik PVC	0.93
5	Semen	0.97	14	Polycarbonate	0.80
6	Besi cor	0.81	15	Tembaga teroksidasi	0.78
7	Karet	0.95	16	Karat	0.80
8	Kayu	0.85	17	Cat	0.90
9	Batu bata	0.75	18	Bumi	0.93

Parameter Suhu Terpantul

Objek dengan emisivitas rendah dapat memantulkan energi inframerah yang berasal dari objek yang berdekatan. Energi tersebut akan mempengaruhi hasil pengukuran thermal detector kepada objek itu sendiri, yang dapat menyebabkan terjadinya kesalahan pengukuran. Di lapangan, dapat ditemukan sumber panas yang memiliki suhu lebih tinggi dari suhu terukur di sekitar objek yang sedang diukur. Sehingga, perlu adanya penyesuaian terhadap suhu dipantulkan tersebut dengan memasukkan perkiraan nilai suhu dari sumber panas tersebut ke dalam thermal camera. Pengukuran yang dilakukan dengan alat ini umumnya memiliki suhu dipantulkan yang sama dengan suhu lingkungan dan dapat diabaikan pada pengukuran suhu untuk objek emisivitas tinggi

Pengaturan Emisivitas

- I. Pilih menu “Emiss” dengan tombol \oplus atau \ominus atau tekan tombol \equiv , sehingga muncul tampilan seperti pada gambar bagian tengah di bawah di layar LCD.



- Gunakan tombol \oplus atau \ominus untuk memilih menu “Emissivity” dan tekan tombol \equiv sehingga muncul tampilan seperti pada gambar sisi kanan di atas pada layar LCD.



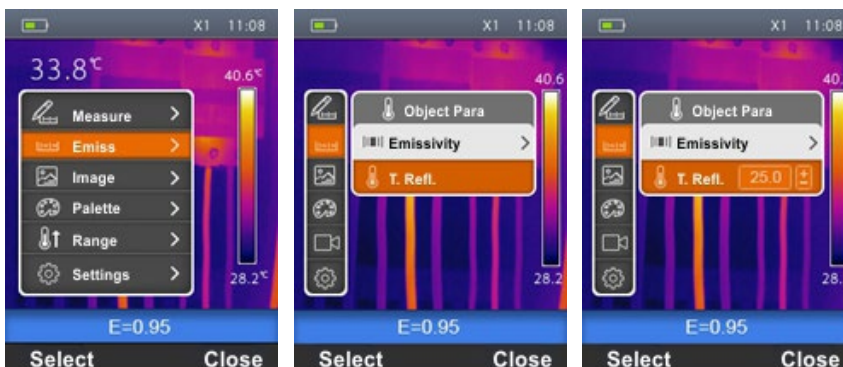
- Gunakan tombol \oplus atau \ominus untuk memilih nilai emisivitas material yang ditemukan dalam tabel terintegrasi dan tekan tombol "Select" untuk menentukan dan menyimpan nilai emisivitas yang dikehendaki.



- Pilih item "Custom" dan konfirmasi pengaturan kustom Anda dari nilai emisivitas dengan tombol "Select". Gunakan tombol \equiv atau \triangle untuk mengatur nilai dalam rentang 0,01 - 1,00.
- Tekan tombol "Close" untuk melakukan konfirmasi dan menyimpan pengaturan alat dan kembali ke layar awal. Nilai emisivitas yang telah ditetapkan akan tampil pada bagian status di layar LCD.

Pengaturan suhu yang dipantulkan

- Pilih menu “T. Refl.” Menggunakan tombol \oplus atau \ominus atau tekan tombol "Select" sehingga tampilan pada gambar bagian tengah di bawah ini muncul pada layar LCD.






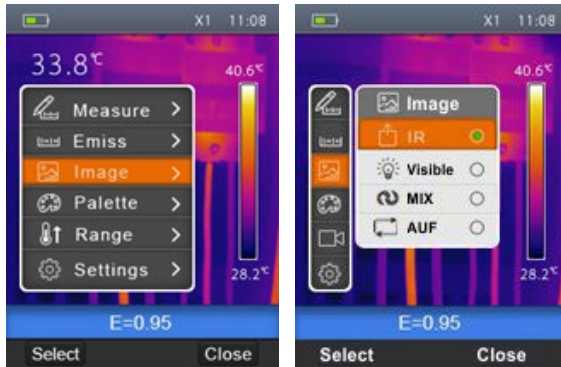
- Tekan tombol "Select" untuk mengaktifkan pengaturan nilai suhu yang dipantulkan. Gunakan tombol \oplus atau \ominus untuk mengatur nilai suhu pantulan yang diinginkan.



3. Tekan tombol "Close" untuk keluar dan kembali ke layar sebelumnya.

d) Menu Gambar

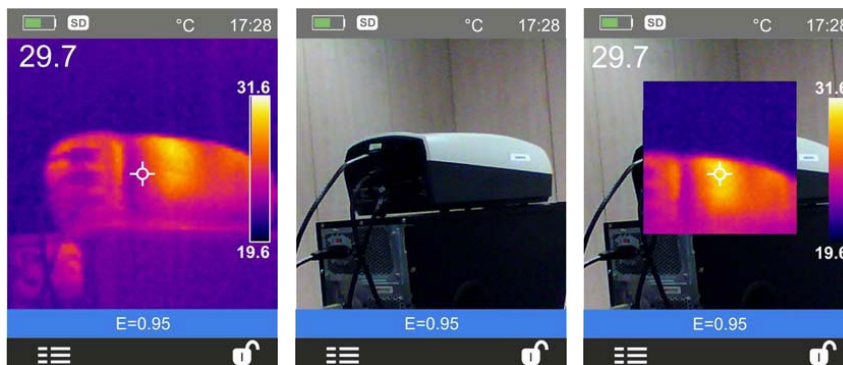
Pada bagian ini dimungkinkan untuk memilih mode tampilan IR dan gambar visual.

1. Pilih menu "Gambar" menggunakan tombol  atau  atau tekan tombol  sehingga tampilan seperti pada gambar sisi kanan di bawah ini tampil di layar LCD.




2. Gunakan tombol  atau  untuk memilih mode tampilan yang dikehendaki di antara pilihan yang ada, seperti:

- a. IR (gambar inframerah)
- b. Visual (gambar visual)
- c. MIX (penggabungan gambar IR ke yang visual)
- d. AUF (fungsi penggabungan otomatis)



3. Bila pilihan MIX dipilih, gunakan tombol  atau  untuk menyesuaikan besaran porsi gambar infra merah yang dapat dilihat pada gambar visual

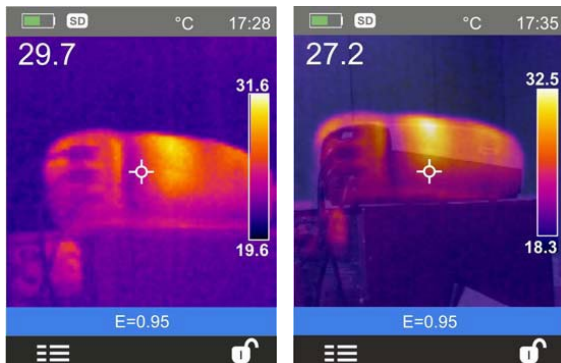
4. Tekan tombol "Select" atau tombol  untuk melakukan konfirmasi dan menyimpan pengaturan operasi alat dan kembali ke layar sebelumnya, atau gunakan tombol "Close" untuk keluar dari menu tanpa menyimpan modifikasi atau perubahan yang diberikan.

Fungsi Auto Fusion (AUF)


Fungsi AUF adalah algoritma internal yang dapat membuat alat secara otomatis menentukan tingkat optimal dari penggabungan gambar visual dan gambar inframerah pada gambar yang diambil secara otomatis. Algoritma tersebut ditentukan melalui tingkat pencampuran persentase optimal antara IR dan bagian gambar yang terlihat. Fungsi Ini membuat alat dapat menyimpan gambar dengan kualitas yang

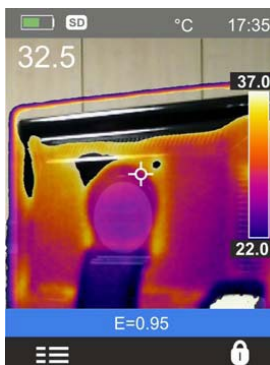
bagus, walaupun berada dalam kondisi kontras rendah (suhu objek mirip dengan lingkungan sekitarnya). Fungsi ini dapat digunakan pada mode penyesuaian gambar Otomatis maupun Manual.

Penyesuaian otomatis



Penyesuaian manual




Jika alat dalam mode penyesuaian manual (simbol  pada tampilan layar), fungsi AUF dapat digunakan untuk melihat gambar inframerah dengan warna palet yang telah dipilih pada titik atau bagian yang memiliki kisaran suhu dalam interval batas bawah dan batas atas. Titik-titik yang memiliki suhu di luar interval tersebut akan ditampilkan sebagai gambar visual.

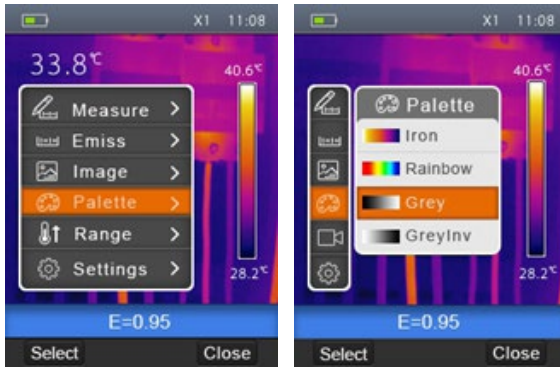



Gambar di atas menunjukkan visualisasi inframerah dengan palet warna "Iron" di titik-titik gambar dengan suhu antara 22.0 °C dan 37.0 °C, disertai gambar visual pada titik-titik yang memiliki suhu di luar kisaran tersebut.

e) Menu Palet

Bagian ini berfungsi untuk memilih palet warna yang dapat dikaitkan dengan gambar inframerah.


- I. Pilih menu "Palette" menggunakan tombol  atau  atau tekan tombol  sehingga tampilan seperti pada gambar sisi kanan di bawah ini muncul pada layar LCD.

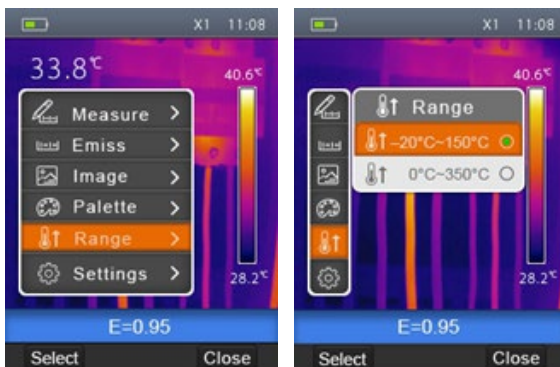



2. Gunakan tombol ⊕ atau ⊖ untuk memilih palet warna yang diinginkan di antara pilihan sebagai berikut: “Iron”, “Rainbow”, “Grey” dan “Grey Inv”. Palet warna dari masing-masing pilihan tersebut dapat dilihat pada tampilan di samping pilihan palet tersebut.
3. Tekan tombol "Select" atau tombol  untuk melakukan konfirmasi dan menyimpan perubahan pengaturan alat dan kembali ke layar sebelumnya, atau tombol "Close" untuk keluar dari menu tanpa menyimpan perubahan pengaturan yang dilakukan.

f) Menu “Range”

Bagian ini digunakan untuk mengatur dan menentukan rentang pengukuran suhu dari alat.



1. Pilih menu "Range" menggunakan tombol ⊕ atau ⊖ atau tekan tombol  sehingga tampilan pada Gambar sisi kanan di bawah ini muncul pada layar LCD.






2. Gunakan tombol ⊕ atau ⊖ untuk memilih rentang pengukuran di antara pilihan; -20 °C – 150 °C atau 0 °C – 350 °C.
3. Tekan tombol "Select" atau tombol  untuk melakukan konfirmasi dan menyimpan pilihan pengaturan alat dan kembali ke layar sebelumnya, atau tekan tombol "Close" untuk keluar dari menu tanpa menyimpan perubahan yang telah dilakukan.

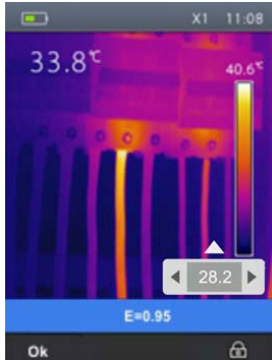
C. Penyesuaian Gambar




Bagian ini digunakan untuk menentukan mode penyesuaian suhu yang terkait dengan gambar yang ditampilkan pada layar. Berikut ini adalah mode yang tersedia pada alat:

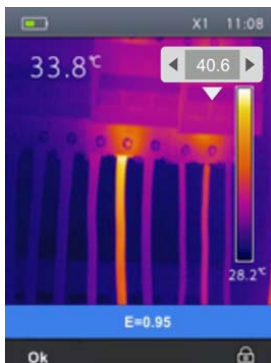
- Otomatis →  (pengaturan awal/default)
- Manual → 




Pengaturan pada mode Manual dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Tekan tombol  kanan untuk memunculkan simbol  pada tampilan.
2. Tekan dan tahan tombol  selama 2 detik, sehingga tampilan yang ditunjukkan pada layar menjadi sebagai berikut:



3. Gunakan tombol  dan  untuk mengatur nilai suhu yang diinginkan terkait dengan batas bawah palet. Tekan dan tahan tombol tersebut untuk menaikkan atau menurunkan nilai dengan cepat.
4. Tekan tombol  untuk berpindah ke batas atas atas palet warna, seperti yang ditampilkan pada gambar di bawah ini.



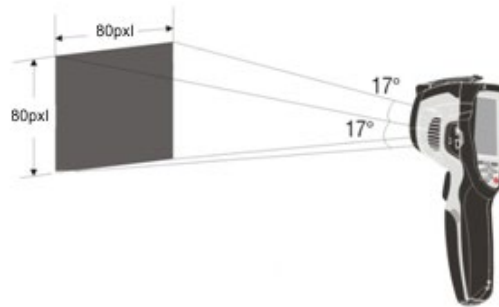
5. Gunakan tombol  dan  untuk mengatur nilai suhu yang diinginkan terkait dengan nilai batas atas palet. Tekan dan tahan tombol tersebut untuk menaikkan atau menurunkan nilai dengan cepat.
6. Tekan tombol "Ok" untuk konfirmasi nilai yang telah ditentukan. Nilai batas atas dan batas bawah yang ditetapkan akan disimpan dan dipertahankan oleh alat hingga dilakukan modifikasi berikutnya.
7. Tekan tombol  kanan untuk kembali ke mode Otomatis.

13.5.2 Pengukuran

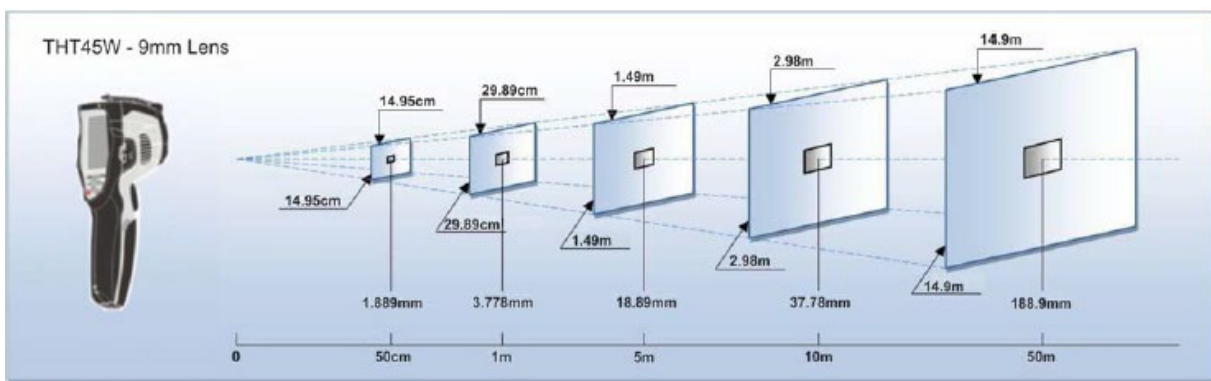
Berikut ini adalah cara mengukur suhu dengan alat Thermal Detector THT45W:

1. Sebelum melakukan pengukuran, atur fokus thermal camera dengan benar untuk mencegah pengukuran yang tidak akurat dan penyimpanan gambar dengan kualitas rendah dari gambar yang disimpan.
2. Untuk pengukuran suhu yang akurat, pastikan permukaan benda yang diukur selalu lebih besar dari permukaan yang dapat diukur oleh alat, sesuai dengan bidang pandang alat (FOV). Alat THT45W memiliki bidang pandang $17^\circ \times 17^\circ$ dan vektor deteksi 80×80 (6400) piksel.

Gambar 40 Bidang Pandang (Point of View) Alat Thermo Detector THT45W



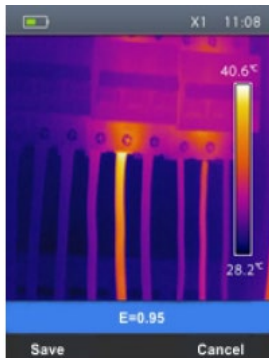
Penggambaran dari rasio D (jarak dari objek) terhadap S (permukaan objek) untuk alat THT45W dapat dijelaskan pada gambar di bawah ini.




Dalam penggambaran di atas, dapat dilihat bagaimana IFOV (Instant Field Of View = resolusi geometrik alat = ukuran piksel tunggal dari sensor inframerah) sama dengan 3,78 mm pada jarak 1 meter alat dari objek yang diukur. Dengan demikian, alat ini mampu melakukan pengukuran suhu dengan benar pada jarak 1 meter untuk objek yang memiliki ukuran lebih kecil dari 3,78 mm.

3. Penggunaan tipikal dari thermal camera adalah mendeteksi perbedaan suhu antara dua objek yang berdekatan, karena analisis tersebut cukup untuk mengidentifikasi keberadaan anomali pada peralatan mekanikal, elektrikal, dll. Dalam situasi di mana pengukuran suhu yang akurat tidak diperlukan, nilai emisivitas dapat diatur menjadi "1", serta luas permukaan objek yang diukur, jarak, dan bidang pandang alat tidak perlu dipertimbangkan. Namun, jika diperlukan pengukuran yang tepat (mis. temperatur dari motor listrik), maka perlu dilakukan pengaturan parameter-parameter yang sebelumnya dijelaskan pada bagian manual ini.
4. Atur interval suhu dari gambar inframerah yang akan ditampilkan, yang akan menggambarkan nilai suhu yang terukur berdasarkan kepada suhu maksimal dan suhu minimal yang terukur dalam bidang yang diukur.
5. Tentukan objek yang akan diukur dengan menggunakan pointer laser jika diperlukan. Alat akan menampilkan nilai suhu yang sesuai dengan kursor pengukur.
6. Ikuti langkah-langkah berikut jika hendak menyimpan hasil pengukuran sebagai foto:
 - a. Pastikan kartu microSD ke dalam slot yang tersedia pada alat. Lambang **SD** akan muncul pada bagian kiri atas layar jika kartu memori sudah terbaca oleh alat.
 - b. Tekan tombol T ("Trigger") untuk mengunci gambar pada layar dan menyimpan gambar tersebut ke dalam kartu memori eksternal.

- c. Tekan tombol “Save” untuk menyimpan gambar yang terlihat pada layar. Alat akan menyimpan gambar dengan urutan penamaan “Tahun – Bulan – Hari - Nomor Foto” dengan format nama file “YYYYMMDD_XXXX.jpg”.
- d. Tekan tombol “Cancel” untuk kembali ke tampilan awal tanpa menyimpan gambar.

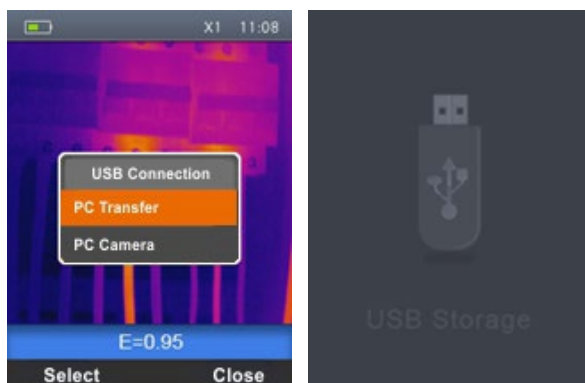


7. Ikuti langkah-langkah berikut jika hendak menyimpan hasil pengukuran sebagai video:
 - a. Pastikan kartu microSD ke dalam slot yang tersedia pada alat. Lambang **SD** akan muncul pada bagian kiri atas layar jika kartu memori sudah terbaca oleh alat.
 - b. Pasangkan unit headphone kepada kamera jika diperlukan.
 - c. Tekan dan tahan tombol T (“Trigger”) selama beberapa detik untuk mengaktifkan fungsi perekaman video. Pesan berupa “YYYYMMDD_XXXX.mp4” akan muncul pada bagian status dan indikator waktu akan muncul pada bagian bawah dari tampilan layar.
 - d. Gunakan microphone untuk melakukan perekaman suara jika dibutuhkan.
 - e. Tekan kembali tombol T (“Trigger”) untuk menghentikan perekaman video.
 - f. Tekan tombol “Save” untuk menyimpan video. Tekan tombol “Cancel” untuk kembali ke menu awal tanpa menyimpan video yang direkam.
8. Tombol  dapat digunakan untuk untuk melihat gambar dan video yang telah disimpan.

13.5.3 Memindahkan Gambar/Video ke Komputer

Alat ini dapat menyimpan gambar/video pada kartu micro SD eksternal dan mentransfernya ke PC dengan menggunakan kabel USB. Baik kartu micro SD dan kabel disediakan dengan alat. Lanjutkan sebagai berikut:

1. Masukkan kartu micro SD ke dalam slot khusus.
2. Sambungkan kabel USB ke alat dan ke hingga muncul tampilan sebagai berikut:



3. Gunakan tombol \oplus atau \ominus untuk memilih opsi " PC Transfer " dan tekan tombol "Select".
4. Di dalam "My Computer", cari partisi/disk yang dapat dilepas yang terkait dengan kartu microSD dan salin file "YYYYMMDD_xxxx.jpg" dari gambar yang diinginkan atau file "YYYYMMDD_xxxx.mp4" dari video yang diinginkan yang terkandung dalam dua folder terpisah pada kartu micro SD ke folder PC.
5. Lepaskan koneksi kabel USB untuk kembali ke layar utama alat.

13.5.4 MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK THTLINK

Perangkat lunak "THTLink" dapat digunakan untuk menganalisis gambar yang disimpan pada kartu microSD yang dimasukkan dalam alat.

A. PERSYARATAN SISTEM MINIMUM

Prosesor	: Pentium IV
Memori (RAM)	: 512MB
Output antarmuka	: port USB atau SD Card reader
CD-ROM reader	: Ya
Resolusi layar	: 800x600
Sistem operasi	: Windows XP atau yang terbaru
Aplikasi perangkat lunak	: Microsoft .Net Framework 2.0 atau yang terbaru

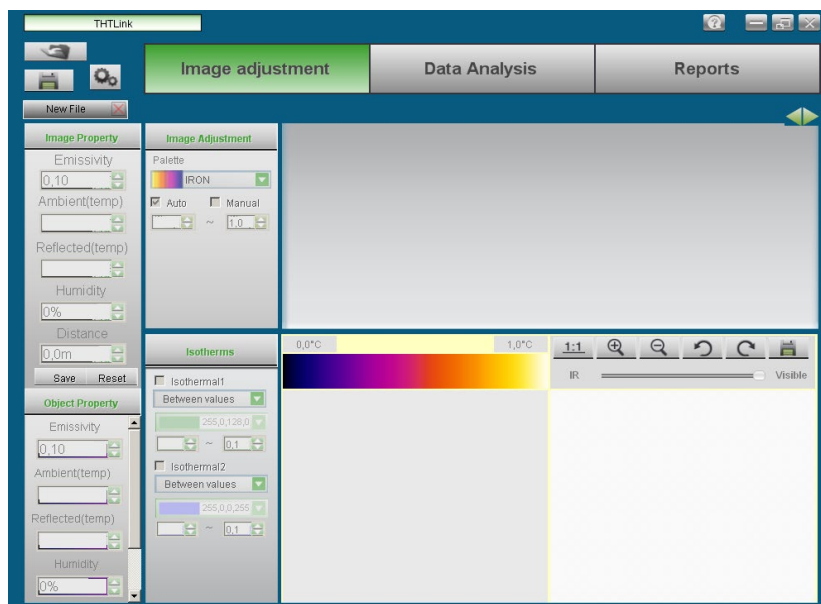
B. INSTALASI PERANGKAT LUNAK THTLINK

1. Masukkan CD instalasi ke CD-ROM reader PC.
2. Buka file "THTLink.exe" yang ditemukan di dalam CD dan ikuti panduan dari prosedur instalasi.

C. KARAKTERISTIK UTAMA PERANGKAT LUNAK THTLINK

Saat program dibuka pada PC, maka akan tampil layar awal sebagai berikut:

Gambar 41 Tampilan Awal Aplikasi THTLink









Karakteristik utama dari perangkat lunak THTLink:

- Tampilan IR dan gambar visual
- Penyisipan alat analisis canggih (titik, garis, area, garis isotherm)
- Realisasi grafik dari gambar inframerah
- Realisasi laporan cetak dalam format RTF dan PDF
- Memutar ulang anotasi suara yang disimpan pada gambar

Untuk informasi cara penggunaan perangkat lunak THTLink, gunakan panduan daring (online) yang bisa diakses melalui perangkat lunak THTLink.

13.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat Thermal Detector THT45.

1. Saat menggunakan dan menyimpan alat, perhatikan dengan seksama rekomendasi yang tercantum dalam manual ini untuk mencegah kemungkinan kerusakan atau bahaya selama penggunaan.
2. Jangan gunakan alat di lingkungan dengan tingkat kelembaban tinggi atau suhu tinggi. Jangan sampai terkena sinar matahari langsung.
3. Selalu matikan alat setelah digunakan. Jika alat tidak digunakan untuk waktu yang lama, keluarkan baterai untuk menghindari kebocoran cairan yang dapat merusak sirkuit internal alat.
4. Alat ini dilengkapi dengan baterai isi ulang Li-ION. Jika simbol "" muncul pada tampilan, maka perlu mengisi ulang baterai.
5. Sambungkan pengisi daya baterai yang disediakan dengan alat ke listrik AC dan output mini USB ke input alat. Periksa apakah LED hijau pengisian daya baterai telah menyala dengan cahaya stabil.
6. Dengan alat dihidupkan, indikator level pengisian baterai menggunakan simbol  →  →  →  → secara berurutan. Ketika simbol  muncul di layar dan pengisian daya baterai telah dilepas dari alat, proses pengisian selesai.
7. Dengan alat dimatikan, proses pengisian selesai ketika LED hijau pengisian baterai mati.
8. Lepaskan pengisi daya baterai dari alat dan dari listrik.

BAGIAN 14. DIGITAL STROBOSCOPE

14.1 Fungsi dan Aplikasi Alat

Digital Stroboscope adalah alat pembaca digital dengan desain sirkuit mikroprosesor yang memiliki tingkat akurasi tinggi. Alat ini digunakan untuk memeriksa dan mengukur kecepatan dari komponen peralatan yang bergerak, terutama motor pompa sentrifugal dalam konteks penyediaan air minum.

Jenis Digital Stroboscope yang digunakan dalam modul ini adalah Lutron DT-2239.



14.2 Fitur Alat

Berikut ini adalah fitur-fitur dari alat Digital Stroboscope Lutron DT-2239:

- 18. Memiliki desain sirkuit mikroprosesor dengan tingkat akurasi yang tinggi.
- 19. Menggunakan cahaya sebagai pengukur kecepatan putaran objek yang diukur.
- 20. Menggunakan angka secara digital untuk mengetahui hasil pengukuran.

14.3 Spesifikasi Alat

Berikut ini adalah spesifikasi dari alat Digital Stroboscope LUTRON DT-2239:

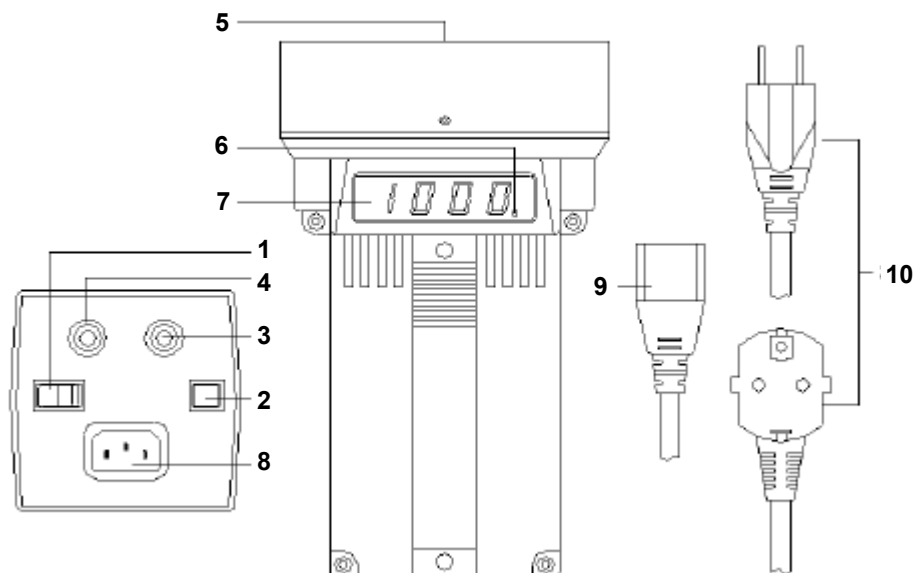
- | | |
|----------------------------------|--|
| 35. Tampilan Layar | : LED 0,4", 4 digit angka |
| 36. Tingkat Kedipan Stroboskopik | : 100 hingga 10.000 kedipan per menit
(flash per minute) |
| 37. Akurasi | : (0,05% + 1 digit) |
| 38. Resolusi | : 0,1 FPM/RPM (kurang dari 1.000 FPM/RPM)
1 FPM/RPM (1.000 – 9.999 FPM/RPM)
10 FPM/RPM (lebih dari 10.000 FPM/RPM) |
| 39. Waktu Sampling | : 1 detik |
| 40. Pemilihan Rentang | : Rentang Tinggi/Rendah
Rentang rendah: sekitar 100 – 1.200 RPM
Rentang tinggi: sekitar 1.000 – 10.000 RPM |

41. Sirkuit : Satu chip sirkuit mikrokomputer LSI dan kendali waktu berdasarkan kristal
42. Sumber Daya Listrik : 110 Vac 10%, 50/60 Hz
220 Vac 10%, 50/60 Hz
230 Vac 10%, 50/60 Hz
240 Vac 10%, 50/60 Hz
43. Konsumsi Daya Listrik : Kurang dari 30 watt
44. Suhu Operasional : 0 – 50 oC (32 – 122 oF)
45. Kelembaban Operasional : Kurang dari kelembaban relatif 80%
46. Dimensi : 21 x 12 x 12 cm (8,3 x 4,8 x 4,8 in)
47. Berat : 1 kg/2,2 lbs
48. Kalibrasi : basis waktu kristal dan sirkuit mikroprosesor tidak diperlukan proses kalibrasi eksternal
49. Aksesoris : Kabel sambungan tenaga listrik (1 buah)

14.4 Anatomi Alat

Berikut ini adalah anatomi dari alat Digital Stroboscope Lutron DT-2239.

Gambar 42 Anatomi Alat Digital Stroboscope Lutron DT-2239



- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. Tombol On/Off (Simbol: 1 = On, 0 = Off) | 6. Indikator Rentang Otomatis |
| 2. Saklar Pemilihan Rentang Rendah/Tinggi | 7. Tampilan Layar |
| 3. Kenop Penyetelan Halus | 8. Soket Input Kabel Listrik |
| 4. Kenop Penyetelan Kasar | 9. Penghubung Kabel Listrik |
| 5. Bohlam Lampu | 10. Colokan Kabel Listrik |

14.5 Pengoperasian Alat

14.5.1 Persiapan

6. Sambungkan “Penghubung Kabel Listrik” (9) kepada “Soket Input Kabel Listrik (8). Sambungkan “Colokan Kabel Listrik” (10) kepada stop kontak 110V AC, 220V AC, atau 240V AC yang sudah dipasang dengan benar.
7. Geser tombol power ke posisi “On”.
8. Geser tombol rentang ke posisi “Low/Rendah” atau “High/Tinggi”.

14.5.2 Pengukuran

3. Matikan instalasi/alat yang akan diukur, tandai pada bagian berputar yang hendak diukur RPM-nya, kemudian nyalakan instalasi/alat yang akan diukur.
4. Ketika memeriksa kecepatan putaran, pastikan strobo berkedip serentah (satu demi satu) dengan objek yang diukur. Gunakan “Kenop Penyetelan Halus” (3) atau “Kenop Penyetelan Kasar” (4) hingga tanda terlihat seperti yang “terhenti” (tersinkronisasi).
5. Stroboskop juga akan menghentikan gerakan pada 2:1, 3:1, 4:1, dst. Hal ini disebut dengan harmonik. Untuk memastikan keserentakan, atur kenop hingga dua bayangan terbentuk, yang menunjukkan kecepatan yang terukur adalah dua kali dari kecepatan yang sebenarnya. Kemudian, turunkan tingkat kedipan bohlam hingga terbentuk satu bayangan yang diam, yang menunjukkan kecepatan yang sebenarnya.
6. Untuk melakukan analisis gerakan, temukan kecepatan sebenarnya seperti pada poin nomor 3, dan gerakkan kenop penyetelan secara perlahan ke angka yang lebih besar atau lebih kecil. Hal ini akan menyebabkan efek gerakan lambat yang membantu untuk melakukan inspeksi secara keseluruhan.

14.6 Perawatan Alat

Berikut ini adalah langkah-langkah yang diambil untuk menjaga dan memelihara alat Digital Stroboscope Lutron DT-2239.

6. Jangan menyentuh bohlam lampu dengan menggunakan jari ataupun alat lainnya.
7. Alat memiliki bagian yang tidak bisa direparasi dan tidak boleh dibuka oleh pengguna.
8. Sambungan listrik harus menggunakan tegangan AC dengan voltase yang sesuai dengan spesifikasi.
9. Gunakan kain kering untuk membersihkan case plastik pada alat.
10. Siklus waktu operasional harus dipatuhi:
 - a. Di bawah 3.000 RPM – 30 menit
 - b. Di atas 3.000 RPM – 5 menit.
 - c. Selalu berikan waktu pendinginan alat selama 10 menit diantara siklus waktu operasional.
11. Bohlam lampu perlu diganti jika alat mulai berkedip secara tidak beraturan pada kecepatan 3.600 RPM/FPM atau lebih.
12. Perbaikan atau pemeliharaan alat harus dilakukan oleh teknisi yang terqualifikasi.

**USAID INDONESIA URBAN WATER, SANITATION AND HYGIENE
PENYEHATAN LINGKUNGAN UNTUK SEMUA (IUWASH PLUS)**

Mayapada Tower I, 10th Fl
Jl. Jend. Sudirman Kav. 28
Jakarta 12920
Indonesia

Tel. +62-21 522 - 0540
Fax. +62-21 522 – 0539

 www.iuwashplus.or.id
 [@airsanitasi](https://twitter.com/airsanitasi)
 facebook.com/airsanitasi
 [@airsanitasi](https://instagram.com/airsanitasi)
 youtube.com/airsanitasi