

HANDOUT PERKULIAHAN

# PENGENALAN ALAT UKUR



MUHAMMAD MINAN CHUSNI, M.Pd.Si.

Program Studi Pendidikan Fisika  
UIN Sunan Gunung Djati Bandung

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	1
MATERI 1: JANGKA SORONG .....	4
A. Sejarah dan Pengertian Jangka Sorong.....	4
B. Bagian-bagian Jangka Sorong .....	4
C. Jenis-jenis Jangka Sorong.....	5
D. Kegunaan atau Manfaat Jangka Sorong .....	6
E. Prinsip Kerja Jangka Sorong .....	6
F. Konsep Fisika Jangka Sorong.....	7
G. Cara Membaca Hasil Pengukuran pada Jangka Sorong .....	8
H. Cara Merawat Jangka Sorong.....	8
I. Aplikasi Teknologi Jangka Sorong Terbaru.....	9
Daftar Pustaka .....	11
MATERI 2: MIKROMETER.....	12
A. Pengertian Mikrometer Sekrup.....	12
B. Bagian-bagian Mikrometer.....	12
C. Jenis-jenis Mikrometer .....	14
D. Prinsip kerja pada Mikrometer .....	16
E. Konsep Fisika .....	17
F. Cara Pembacaan Hasil Pengukuran Pada Mikrometer .....	17
Daftar Pusaka.....	19
MATERI 3: VOLTMETER .....	22
A. Pengertian Voltmeter .....	22
B. Jenis-Jenis Voltmeter.....	22
C. Manfaat Voltmeter.....	24
D. Cara Penggunaan Voltmeter .....	24
E. Prinsip Kerja Voltmeter.....	24
F. Konsep Fisika yang diterapkan pada Voltmeter.....	25
G. Cara Pembacaan Hasil Pengukuran Voltmeter.....	26
H. Cara Perawatan pada Voltmeter .....	27
I. Aplikasi Teknologi Terbaru .....	27
Daftar Pustaka .....	31
MATERI 4: MULTIMETER .....	32
A. Pengertian .....	32
B. Bagian-Bagian Multimeter .....	32

C. Jenis-jenis Multimeter .....	35
D. Manfaat Multimeter .....	36
E. Cara Penggunaan Multimeter .....	36
F. Cara Pembacaan Multimeter .....	37
G. Prinsip Kerja Multimeter .....	38
H. Konsep Fisika Multimeter .....	39
I. Cara Perawatan Multimeter .....	40
J. Aplikasi Teknologi Terbaru .....	41
Daftar Pustaka .....	42
MATERI 5: RHEOSTAT .....	43
A. Sejarah dan Pengertian Rheostat .....	43
B. Fungsi Rheostat .....	48
C. Prinsip Kerja pada Rheostat .....	48
D. Jenis-jenis Rheostat .....	49
E. Bagian-bagian Rheostat .....	50
F. Cara Penggunaan Rheostat .....	53
G. Cara Membaca Rheostat .....	55
H. Cara Merawat Rhesotat .....	55
I. Konsep Fisika Pada Rheostat .....	56
J. Aplikasi teknologi Terbaru dari Rheostat.....	57
Daftar Pustaka .....	60
MATERI 6: OSILOSKOP .....	61
A. Sejarah dan Pengertian Osiloskop .....	61
B. Bagian-bagian Osiloskop .....	62
C. Jenis-jenis Osiloskop .....	64
D. Manfaat dan Fungsi Osiloskop .....	66
E. Cara Menggunakan Osiloskop .....	67
F. Prinsip Kerja dari Osiloskop .....	68
G. Konsep Fisika Osiloskop .....	70
H. Cara Pembacaan Hasil Pengukuran dengan Osiloskop .....	71
I. Cara Perawatan dari Osiloskop .....	72
J. Aplikasi Teknologi Terbaru dari Osiloskop .....	73
Daftar Pustaka .....	74
MATERI 7: TERMOMETER .....	76
A. Sejarah dan Pengertian Termometer .....	76
B. Bagian – bagian Termometer .....	77

C. Jenis – jenis Termometer .....	77
D. Skala Termometer.....	80
E. Cara menggunakan Termometer .....	81
F. Prinsip Kerja Termometer .....	81
G. Konsep Fisika Pada Termometer.....	82
H. Cara Perawatan Termometer .....	82
I. Aplikasi Teknologi Terbaru .....	83
Daftar Pustaka .....	83
<b>MATERI 8: STOP WATCH .....</b>	<b>85</b>
A. Pengertian .....	85
B. Jenis-Jenis.....	85
C. Bagian-Bagian Stopwatch .....	86
D. Cara Penggunaan Stopwatch .....	87
E. Cara Pengrawatan.....	88
F. Kegunaannya dalam kegiatan sehari-hari.....	88
G. Aplikasi Teknologi Terbaru .....	88
Daftar Pustaka .....	89
<b>MATERI 9: NERACA .....</b>	<b>90</b>
A. Sejarah Alat Ukur Massa (Neraca).....	90
B. Jenis-jenis neraca.....	91
C. Manfaat Neraca.....	96
D. Cara penggunaan Neraca .....	96
E. Prinsip Kerja Neraca.....	97
F. Konsep Fisika .....	97
G. Cara Pembacaan Hasil Pengukuran Neraca.....	98
H. Cara Perawatan .....	99
I. Aplikasi Teknologi Terbaru Neraca .....	100
Daftar Pustaka .....	101

## MATERI 1: JANGKA SORONG

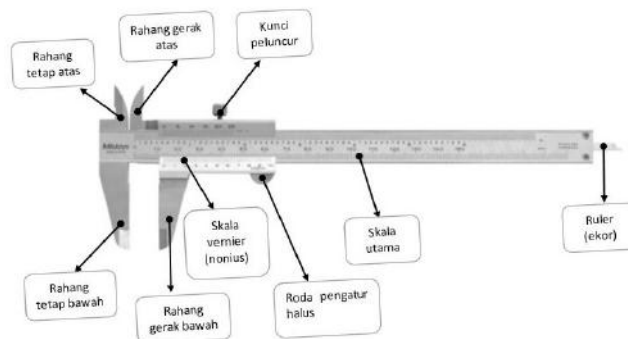
### A. Sejarah dan Pengertian Jangka Sorong

Jangka sorong pertama kali ditemukan pada tahun 1631 oleh seorang berkebangsaan prancis bernama Pierre Vernier. (Physic Level 1 Laboratory, 2). Jangka sorong merupakan alat ukur panjang yang mempunyai batas ukur sampai 10 cm dengan ketelitiannya 0.1 mm atau 0.01 cm. (Agustiana dan Tika, 2013). Jangka sorong memiliki berbagai ukuran dengan rentang pengukuran dari 100 mm hingga 3000 mm (4 inci sampai 120 inci). (Flack, 2014:6)

Jangka sorong tidak hanya digunakan untuk mengukur panjang tetapi jangka sorong juga dapat digunakan untuk mengukur diameter sebuah cincin, diameter bagian dalam pipa dan juga dapat digunakan untuk mengukur kedalam sebuah benda serta dapat digunakan untuk mengukur luas benda.

Jangka sorong yang dapat digunakan untuk mengukur bagian dalam dan luas suatu benda terdiri dari bilah utama atau bilah yang dibagi dalam mm dan suatu bilah pembantu yang dibagi 100. Seratus garis pada bilah pembantu sama dengan 49 milimeter pada bilah utama sehingga setiap garis  $\frac{100}{49}$  mm. Bila suatu garis bilah pembantu berimpit dengan suatu tanda pada skala utama, maka harga ukurnya adalah jumlah skala dihitung dari angka  $0 \times 0.02$  mm. (Poerwanto dkk, 2012:79)

### B. Bagian-bagian Jangka Sorong



Gambar 1. Bagian-bagain jangka sorong

Bagian-bagian dari jangka sorong adalah sebagai berikut:

#### 1. Skala utama

Skala utama merupakan pembagian vernier untuk memperoleh pengukuran yang baik.

## 2. Skala vernier (nonius)

Skala vernier (nonius) merupakan pembagian sama panjang pada jangka sorong yang ditandai dengan satuan pengukuran.

## 3. Rahang tetap

Rahang tetap merupakan bagian runcing di ujung penggaris yang menyokong benda yang diukur; benda diletakkan diantara dua rahang yang dirapatkan. Terdapat dua rahang tetap, yakni rahang tetap atas dan rahang tetap bawah

## 4. Rahang gerak

Rahang gerak merupakan bagian runcing yang dipasang di ujung vernier yang dapat bergeser sepanjang penggaris ke objek yang diukur. Terdapat dua rahang gerak, yakni rahang gerak atas dan rahang gerak bawah.

## 5. Kunci peluncur

Kunci peluncur berfungsi untuk menjaga pengukuran yang diperoleh.

## 6. Kunci penggerak halus

Kunci penggerak halus berfungsi untuk mengatur posisi rahang secara halus.

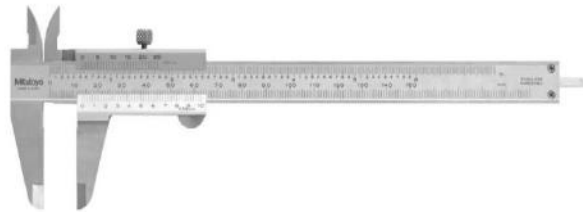
## 7. Ruler (ekor)

Peralatan berskala di ujung rahang untuk mengukur ketebalan atau kedalaman sebuah benda. (Corbell dan Archambault, 2011:700)

### C. Jenis-jenis Jangka Sorong

#### 1. Jangka Sorong manual

Jangka sorong manual adalah alat ukur yang menggabungkan skala utama, skala vernier, rahang tetap dan rahang gerak. (Flack, 2014:6)



Gambar 2. Jangka Sorong manual

## 2. Jangka sorong arloji



Gambar 3. Jangka sorong arloji

## 3. Jangka sorong digital



Gambar 4. Jangka sorong digital

### D. Kegunaan atau Manfaat Jangka Sorong

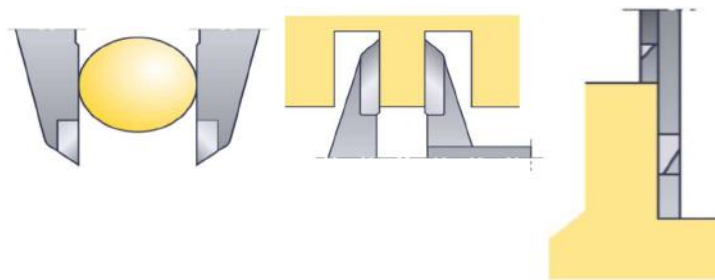
Ada tiga kegunaan atau manfaat dari jangka sorong yaitu:

1. Untuk mengukur dimensi luar sebuah benda
2. Untuk mengukur dimensi dalam sebuah benda
3. Untuk mengukur kedalaman sebuah benda

### E. Prinsip Kerja Jangka Sorong

Langkah-langkah yang harus diperhatikan dalam menggunakan jangka sorong adalah:

1. Tutup rapat rahang tetap dan rahang geser pastikan agar kedudukan skala berada di nol.
2. Letakkan benda tepatnya ditengah tempat ukur.



Gambar 5. Posisi meletakkan benda

3. Agar skala tidak berubah-ubah, kuncilah jangka sorong dengan cara memutar bagian kunci peluncur.
4. Setelah terkunci lepaskan benda dari pengukur jangka sorong. Kemudian baca pada skala utama dan skala nonius dengan cara mencari garis angka yang segaris antara skala utama dan skala nonius.

## **F. Konsep Fisika Jangka Sorong**

Suatu Pengukuran yang akurat dan presisi sangat bergantung pada metode pengukuran dan alat ukur. Hasil yang baik akan berarti atau bermanfaat jika pengolahan dilakukan secara tepat. (Hikam,Prasetyo dan Saleh, 2005:15).

Secara umum, konsep alat ukur dapat digambarkan dalam dua kategori pokok pertama operasi dan daya guna dilihat dari unsur-unsur fungsional sistem alat ukur, dan kedua dilihat dari karakteristik statis dan dinamisnya.

Unsur-unsur fungsional alat ukur atau sistem pengukuran secara umum meliputi unsur penginderaan primer, unsur pengkonversi peubah (variabel), unsur pengubah (manipulator), peubah unsur pengiriman data dan unsur penyaji data dalam bentuk yang dapat ditanggapi oleh indera manusia.

Unsur pengindera primer adalah unsur pertama yang pertama menerima energi dari medium yang diukur dan menghasilkan keluaran yang dalam batas-batas tertentu tergantung pada kuantitas yang diukur. Tidak diragukan bahwa alat ukur menyerap sejumlah energi dari medium yang diukur. Karena itu kuantitas yang diukur selalu terganggu oleh tindakan pengukuran, menyebabkan suatu pengukuran yang sempurna adalah mustahil.

Unsur pengkonversi peubah, jika diperlukan, dapat menukar keluaran dari unsur pengindera primer dengan peubah yang lebih cocok, sedangkan informasi dalam peubah sebelumnya tetap disimpan.

Unsur manipulasi peubah secara spesifik menimbulkan perubahan-perubahan nilai numerik sesuai aturan tertentu sehingga mempertahankan sifat fisik peubah.

Informasi yang telah diolah perlu dikirimkan dan disajikan oleh unsur pengirim data dan unsur penyaji data kepada manusia untuk tujuan pemantauan, pengendalian atau analisis. (Poerwanto dkk, 2012:7-9)



## G. Cara Membaca Hasil Pengukuran pada Jangka Sorong



Gambar 6. Contoh hasil pengukuran

Hasil pengukuran ini sebesar cm. cara mendapatkan hasil pengukuran ini adalah dengan cara sebagai berikut:

1. Amati dan baca skala utamanya adalah 1,4 cm
2. Skala nonius yang berimpit tegak lurus dengan satu tanda skala utama adalah garis ke-sepuluh
3. Mengingat tingkat ketelitian jangka sorong adalah 0,1 mm, maka nilai lebih adalah  $10 \times 0,1 \text{ mm} = 1 \text{ mm} = 0,1 \text{ cm}$
4. Jadi, bacaan jangka sorong adalah 1,4 cm ditambah 0,1 cm sama dengan 1,5 cm. (Agustiana dan Tika, 2013:9)

## H. Cara Merawat Jangka Sorong

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan jangka sorong adalah sebagai berikut:

1. Gerakan rahang ukur gerak (jalan) harus dapat meluncur dengan kelicinan (gesekan) tertentu sesuai dengan standar yang diijinkan dan jalannya rahang ukur harus tidak bergoyang.
2. Sebaiknya jangan mengukur benda ukur dengan hanya bagian ujung dari kedua rahang ukur tetapi sebisa mungkin benda harus agak masuk kedalam.
3. Harus dipastikan bahwa posisi nol dari skala ukur dan kesejajaran muka rahang benar-benar tepat.
4. Pada waktu melakukan penekanan kedua rahang ukur pada benda ukur harus diperhatikan gaya penekannya. Terlalu kuat menekan kedua rahang ukur akan menyebabkan kebengkokan atau ketidaksejajaran rahang ukur. Disamping itu, jika

terlalu kuat menekan rahang ukur dapat menyebabkan benda ukur mudah berubah bentuk serta dapat menimbulkan penyimpangan hasil pengukuran.

5. Sebaiknya jangan membaca skala ukur pada saat benda ukur masih berada pada jangka sorong. Kunci dulu peluncurnya baru dilepas lepas benda ukurnya kemudian baru dibaca skala ukurnya dengan posisi pembacaan yang benar.
6. Jangan lupa, setelah jangka sorong selesai digunakan dan akan disimpan pada tempatnya, kebersihan jangka sorong harus dijaga dengan cara membersihkannya memakai alat-alat pembersih yang telah disediakan misalnya tissue, dan sejenisnya. (Wagiran, 2009:8)

## I. Aplikasi Teknologi Jangka Sorong Terbaru

### 1. Jangka Sorong Digital



Gambar 7. Jangka sorong digital

Pada 1851 Joseph R. Brown pertama kali memproduksi jangka sorong digital secara massal untuk memenuhi kebutuhan diberbagai bidang teknis dan mesin. hingga saat ini jangka sorong yang paling modern (canggih) adalah jangka sorong digital. Pada saat menggunakan jangka sorong digital kita tidak perlu repot mempelajari bagaimana cara membaca atau cara perhitungan pada jangka sorong tetapi kita hanya perlu melakukan pengukuran dengan benar dan lihat berapa hasil dari pengukuran tersebut.

Jangka sorong digital umumnya menggunakan encoder linier sebagai sistem deteksi perpindahannya. Encoder linier ini bisa bersifat kapasitif, induktif atau magnetic. Kelebihan jangka sorong digital adalah ini adalah kemudahan membaca operasi dan fungsi yang disempurnakan. (Flack, 2014:11). Jangka sorong digital memiliki ketelitian 0.01 mm atau setara dengan 0.001 cm.

Langkah-langkah Persiapan Pengukuran:

1. Pilih caliper yang paling sesuai dengan aplikasi dengan memastikan bahwa jenisnya, yang diukur range, kelulusan dan spesifikasi lain dari caliper sesuai untuk pengukuran yang akan dilakukan.

2. Periksa apakah kalibrasi caliper belum kadaluarsa. Jika kalibrasi telah kadaluarsa, gunakan caliper lain yang kalibrasinya valid.
3. Periksa pengukuran caliper untuk tanda-tanda kerusakan. Jangan gunakan caliper yang rusak.
4. Sebelum mengambil ukuran, bersihkan sampah, debu, duri, dan lain-lain dari benda kerja. Pastikan benda kerja berada pada suhu kamar.
5. Bersihkan caliper dari debu dan minyak sebelum digunakan. Bersihkan dengan saksama gesernya permukaan dan permukaan pengukur, hanya menggunakan kertas atau kain bebas serat bersih.
6. Saat mengukur, pelan gerakan slider dengan perlahan sambil menekan terusjari skala utama. Slider seharusnya tidak terasa longgar.
7. Periksa bacaan nol. (Flack, 2014:15-16)

Pada dasarnya cara kerja Jangka Sorong Digital tidak jauh beda dengan jangka sorong biasanya, namun dengan menggunakan jangka sorong digital, kita tidak usah repot menghitung skala seperti pada jangka sorong manual. Pada jangka sorong digital kita hanya perlu menjepit objek ukur yang akan kita ukur lalu secara otomatis besaran ukuran akan langsung muncul dari layar digital jangka sorong digital. Prinsip kerja jangka sorong digital diantaranya:

1. Tutup rahang dan atur caliper nol.
2. Buka calliper dengan panjang yang lebih besar dari ukuran objek yang akan diukur.
3. Letakkan benda kerja pada rahang tetap. Benda harus sedekat mungkin dengan skala utama.
4. Sejajarkan rahang dengan benda yang akan diukur dan geser rahang gerak sehingga benda kerja terjepit. Jangan menggunakan kekuatan berlebihan untuk menghindari distorsi.
5. Catat pembacaan calliper.
6. Periksa ulang bacaan nol. Jika nol salah, ini mungkin pertanda bahwa serpihan kotoran benda kerja menyumbat caliper. Bersihkan dan ulangi pengukuran dari langkah satu. (Flack, 2014:16).

## Daftar Pustaka

- Claude, Jean., dan Archambault ariane. 2011. *The Visual Dictionary With Definitions*. Jakarta: PT Bhuana Ilmu Populer
- Gusti,I. 2013 *Konsep Dasar IPA*. Yogyakarta: Ombak
- Hikam, Muhammad., dan B Pamulih. 2005 *Eksperimen Fisika Dasar*. Jakarta: Prenada Media
- Flack, David. 2014. *Callipers and Micrometers*. Hampton Road: National Physical Laboratory  
Physics level 1 laboratory : Department Of Physics National University of Singapore
- Poerwanto, dkk. 2012. *Instrumentasi Alat Ukur*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Wagiran. 2009. *Penggunaan Alat-alat ukur Metrologi Industri*. Jakarta: Deepublish

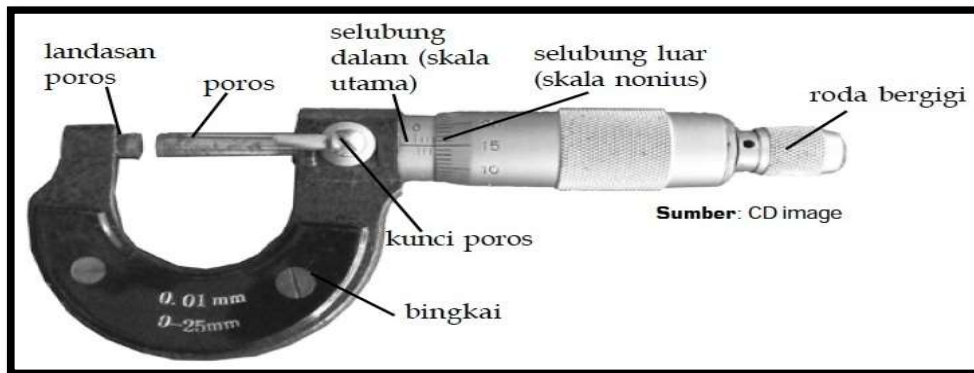
## MATERI 2: MIKROMETER

### A. Pengertian Mikrometer Sekrup

Micrometer adalah alat ukur dengan ketepatan (presisi) yang tinggi. Digunakan untuk benda kerja pada jarak ukur tertentu yakni 0 - 25 mm, 25 - 50 mm, 50 - 75 mm dengan tingkat ketelitian 0.01 mm. (Hasna, 2011: 7). Micrometer merupakan alat ukur untuk mengukur panjang atau ketebalan benda, kedalaman celah lubang, dan untuk mengukur diameter suatu lobang. Mikrometer memiliki ketelitian 0.005 mm. (Marcello,1994 : 15). Micrometer digunakan untuk mengukur benda yang sangat tipis, seperti tebal kain, tebal kawat, tebal kertas, bahkan sehelai rambut . (Tipler, 1998: 20)

### B. Bagian-bagian Mikrometer

Micrometer merupakan salah satu alat pengukuran. Micrometer sering digunakan untuk mengukur diameter rambut, kertas dan lain lain. Micrometer tidak bisa mengukur benda yang sangat lebar contohnya mengukur diameter beton suatu bangunan. Untuk menggunakan pengukuran terlebih dahulu mengetahui bagian dari micrometer. Kali ini akan membahas bagian – bagian micrometer. Untuk lebih jelas perhatikan gambar 1.



*Gambar 1. Bagian-bagian Mikrometer*

Setelah mengetahui bagian – bagian micrometer dari gambar tersebut. Maka pelajari fungsi dari bagian – bagian micrometer sebagai berikut:

#### 1. Poros tetap

Merupakan salah satu bagian dari micrometer sekrup. Yang memiliki fungsi sebagai menahan sebuah benda yang sedang diukur. Yaitu ketika benda yang akan diukur ditempelkan diantara poros tetap dan poros geser. Poros geser tersebut menekan benda yang sedang diukur, ditahan agar tidak mudah bergerak saat melakukan pengukuran.

## 2. Poros geser

Adalah salah satu dari bagian micrometer yang berfungsi sebagai sebuah poros yang bisa digerakan menuju poros tetap untuk menekan suatu benda yang akan diukur. Poros geser tersebut dapat digerakan ke kanan dan kiri untuk menyesuaikan ukuran benda yang akan di ukur.

## 3. Pengunci

Merupakan salah satu bagian dari micrometer yang memiliki fungsi sebagai mengunci poros geser agar tidak bergerak ketika sedang menghitung hasil pengukuran.

## 4. Skala utama

Merupakan bagian alat ukur micrometer sebagai tempat letak selubung dalam. Skala utama berfungsi menunjukkan angka dalam satuan millimeter.

## 5. Skala nonius

Salah satu bagian dari micrometer sebagai tempat skala nonius atau skala putar. Yang berfungsi untuk mengetahui besar skala nonius yang menunjukkan besar suatu benda tersebut.

## 6. Pemutar

Pemutar merupakan salah satu bagian dari micrometer yang berfungsi sebagai gerakan ke kiri atau kanan suatu poros geser. Ketika pemutar terdengar suara klik maka berhenti melakukan pemutaran tersebut.

## 7. Bingkai

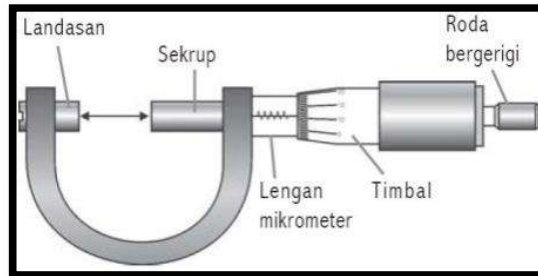
Bingkai adalah salah satu dari bagian micrometer yang berbentuk huruf C. bingkai tersebut terbuat dari logam panas serta memiliki bentuk yang kuat dan tebal. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan terjadinya peregangan dan pengerutan atau dapat disebut terjadinya pemuaian karena dapat mengganggu dalam melakukan pengukuran. Selain hal ini bingkai juga dilapisi oleh plastic untuk meminimalkan transfer panas dari tangan ketika memegang. Jika memegang bingkai dengan waktu yang lama dapat terjadi kalor sehingga bingkai memanaskan hingga 100 C, maka setiap 10 cm baja akan memanjang sebesar 1/100 mm. (Julianty, 2012: 23)

### C. Jenis-jenis Mikrometer

#### 1. Berdasarkan jenis skalanya

##### a. Mikrometer sekrup manual

Mikrometer jenis ini skalarnya terdiri dari skala utama dan skala nonius. Mikrometer jenis ini pembacaannya secara manual. (Slamet,2008:5)



*Gambar 2. Mikrometer sekrup manual*

##### b. Mikrometer Sekrup Digital

Mikrometer digital berbentuk layar digital, keunggulan mikrometer ini hasil langsung terbaca oleh layar tanpa melalui proses perhitungan. (Slamet, 2008:5)



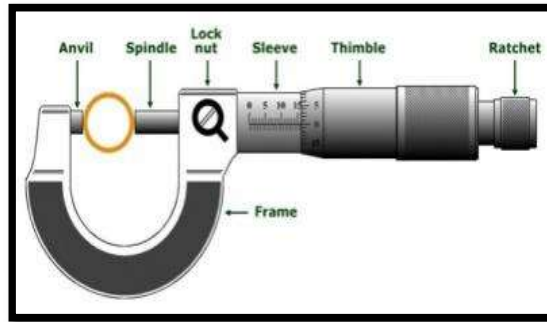
*Gambar 3. Mikrometer Sekrup Digital*

#### 2. Jenis-jenis Mikrometer Berdasarkan Fungsinya

##### a. Mikrometer luar

(Outside Micrometer)

Mikrometer jenis ini digunakan dalam pengukuran keterbatasan tidak bisa mengukur benda yang besar, biasanya digunakan dalam pengukuran benda yang tipis misalnya pengukuran sehelai rambut dan ketebalan kertas, dan diameter luar suatu benda. Mikrometer luar digunakan juga dalam bidang otomotif. (Soejoto,1993: 22)



*Gambar 4. Mikrometer Luar*

b. Mikrometer dalam (Inside Micrometer)

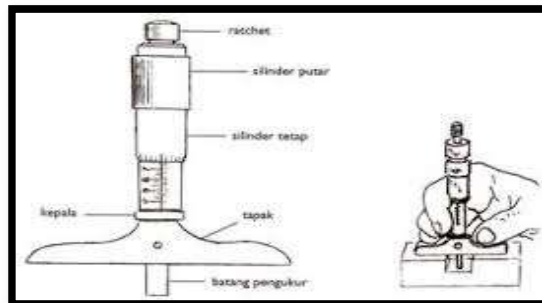
Micrometer dalam memiliki fungsi mengukur diameter kedalaman suatu lubang. Seperti pengukuran kedalaman suatu pipa. (soejoto, 1993 : 22)



*Gambar 5. Mikrometer Dalam*

c. Mikrometer kedalaman (Depth Micrometer)

Micrometer kedalaman memiliki fungsi yaitu menghitung ketinggian dari suatu benda dan mengukur kedalaman suatu lobang. Dalam pengaplikasian jangka soraong pun dapat mengukur kedalaman suatu benda tetapi tidak seteliti micrometer kedalaman. (Soejoto, 1993: 22 )



*Gambar 6. Mikrometer Kedalaman*



## B. Fungsi dari Mikrometer

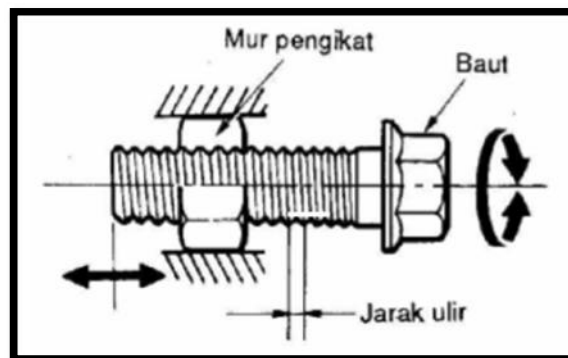
Ketika kita kebingungan berapa diameter rambut yang sangat tipis. Maka kita dapat melakukan pengukuran menggunakan micrometer. Micrometer tersebut banyak sekali digunakan dalam kehidupan sehari – hari karena memiliki manfaat untuk panjang atau ketebalan atau diameter dari benda – benda yang cukup kecil seperti lempeng baja, aluminium, diameter kabel, diameter kawat, lebar suatu kertas, dan masih banyak lagi. Penggunaan micrometer sangat luas, yaitu melakukan pengukuran besaran panjang lebih presisi. (Antika, 2012:23)

## C. Cara penggunaan Mikrometer

- Pastikan pengunci (lock nut) dalam keadaan terbuka
- Bukalah rahang dengan memutar kekiri pada skala putar
- Masukkanlah benda yang akan di ukur pada rahang dan putar kembali skala putar sampai tepat (jangan terlalu kuat, cukup sampai benda tidak jatuh) hingga bunyi klik.
- Putarlah pengunci (lock nut) hingga skala putar tidak dapat digerakan.
- Jika sudah pengukuran, keluarkan benda dan baca hasil pengukuran. .  
( Ummu, 2011: 8 )

## D. Prinsip kerja pada Mikrometer

Micrometer memiliki prinsip kerja yang hampir sama/mirip dengan baut dan mur. Pada gambar 2.7 kita bisa melihat bahwa ketika baut diputar satu putaran , maka baut itu akan bergerak seulir. Ketika ulir itu bergerak 1 (satu) mm, maka baut itu akan bergerak 2 (dua) mm, dan seterusnya seperti itu. Begitulah prinsip kerja dari pengukuran dengan mikrometer.



Gambar 7. Prinsip kerja Mikrometer

Pada micrometer baut diumpamakan sebagai poros geser (spindel) sedangkan mur diumpamakan sebagai inner sleeve. Poros panjang/ poros geser yang dapat bergerak maju mundur untuk menjepit benda yang akan kita ukur, itulah yang disebut dengan spindle. Spindle dapat bergerak dengan cara memutar roda bergerigi (thimble). Ketika thimble digerakan ke kanan maka spindle akan bergerak maju ke depan mendekati poros tetap (anvil). Ketika spindle telah menjepit benda yang akan diukur dan cukup terdengar satu kali suara krek, maka setelah itu kita kunci spindle dengan lock clamp agar spindle tidak bergerak maju mundur dan pengukuran benda dapat efektif. (Soejoto, 1993 : 21 )

### **E. Konsep Fisika**

Dalam Mikrometer terdapat beberapa konsep fisika diantaranya sebagai berikut:

1. Hukum Newton I  $\sum F = 0$

Hukum Newton I “benda akan tetap diam jika sebelumnya diam atau tetap bergerak jika sebelumnya bergerak, kecuali ada gaya luar yang meperngaruhinya” Sehingga yang mempengaruhi konsep fisika dalam Mikrometer adalah gaya. (Walker, 2016:116)

2. Gaya Gesek ( $f$ )

Gaya gesek merupakan gaya yang menahan pergeseran permukaan suatu benda. (Walker, 2016: 116) jadi jika gaya gesek pada benda cukup besar, itu bisa menyebabkan benda seret untuk bergerak.

3. Tekanan

“Gaya yang diberikan pada benda dan di pengaruhi oleh luas permukaan benda tersebut. (Handayani,2005:1)

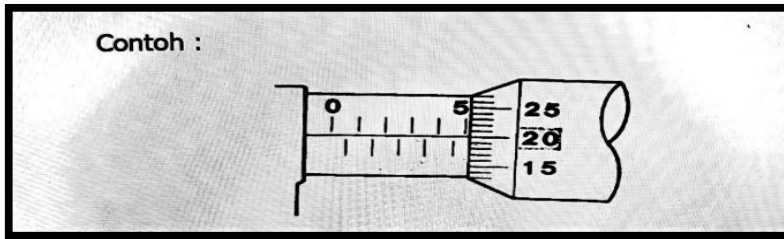
### **F. Cara Pembacaan Hasil Pengukuran Pada Mikrometer**

Cara pembacaan hasil pengukuran micrometer itu tidak sulit, hanya saja butuh ketelitian dalam melihat. Kerena jenis mirometer terdapat analog dan digital, cara pembacaannya pun berbeda,yaitu:

1. Micrometer analog

Pembacaan micrometer analog dibutuhkan ketelitian dalam melihat angka – angka, dan harus melihat hasil pengukuran tepat lurus di depan mata. Adapun langkah – langkahnya sebagai berikut:

- a. Tentukan skala utama  
Yaitu skala yang tepat berimpit dengan skala nonius (skala putar).
- b. Tentukan skala nonius  
Yaitu dengan melihat skala nonius yang sejajar dengan garis mendatar yang berada pada pada skala.
- c. Lalu kalikan skala nonius dengan skala terkecil dari micrometer (0,01 mm).
- d. Kemudian jumlahkan skala utama dan skala nonius. (Soejoto, 1993: 23)



*Gambar 8. pembacaan hasil pada mikrometer*

Cara penghitungan :

Pembacaan pada skala utama	5,00 mm	
Pembacaan pada skala nonius	0,20 mm	+
Pembacaan akhir	5,20 mm	

Jika penggunaan dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Hasil} &= \text{SU} + (\text{SN} \times 0,01 \text{ mm}) \\
 &= 5,00 + (20 \times 0,01) \\
 &= 5,20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

(Soejoto, 1993: 23)

## 2. Micrometer digital

Cara membaca micrometer digital lebih mudah dibandingkan micrometer analog, tinggal langsung melihat nilai yang ada pada layar mirometer digital. Yang sudah pasti hasilnya pun lebih tepat dan akurat. (Alnos, 1994: 20)

#### **D. Cara Perawatan**

Adapun langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam perawatan mikrometer adalah sebagai berikut:

1. Pertama ketika kita sudah menggunakan micrometer maka bersihkan bagian bagian micrometer. Bersihkan bagian – bagian micrometer dengan menggunakan bahan anti korosi/pelumas khusus.
2. Kemudian lap semua bagian yang telah dilumasi bahan anti korosi / pelumas sampai kering, karena jika tidak kering maka micrometer akan berkarat.
3. Ketika sudah kering maka kembalikan pada skala nol (skala utama dan skala nonius sejajar).
4. Simpan micrometer pada peti kayu atau box kayu, dan pastikan bebas dari getaran, sinar matahari langsung dan fluktuasi temperature (perubahan suhu).

#### **E. Aplikasi Teknologi Terbaru**

Micrometer merupakan salah satu alat pengukuran. Pengukuran adalah penetapan angka bagi individu dengan cara sistematis yang mencerminkan sifat individu. (Allen, 1979: 2) micrometer terbagi menjadi 2 yaitu micrometer analog dan micrometer digital. Micrometer analog adalah alat pengukuran suatu benda. Hasil pengukuran tersebut dihitung menggunakan rumus, dan jika tidak teliti maka akan terjadi kesalahan sehingga pengukuran tidak akurat.

Ketika para ahli melakukan penelitian dengan menggabungkan alat modern dengan yang manual terciptalah micrometer digital. Micrometer digital adalah aplikasi teknologi modern yaitu terdapat sebuah layar. Layar tersebut menunjukkan angka dari hasil pengukuran secara otomatis, sehingga kita sedang melakukan pengukuran tidak perlu menggunakan rumus karena hasil pengukuran sudah terlihat jelas pada layar sehingga hasil pengukuran lebih akurat dan benar. Namun micrometer digital perlu dirawat dengan sebaik mungkin karena dikhawatirkan dapat merusak. Ketika rusak pada hasil pengukuran tersebut dapat salah.

#### **Daftar Pustaka**

- Alsono & Matcello. 1994. *Dasar – Dasar Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga
- Djaali & Mujiono, P. 2007. *Pengukuran dalam Bidang Pendidikan*. Pasca Sarjana, UNJ, 2007 eprints.unj.ac.id

- Handayani, Ni'matullah. 2005. Jurnal pendidikan IPA Indonesia (<http://journal.unnes.ac.id/index.php/jpii>). November 2005
- Hasna, Ummu. 2011. Alat Ukur Teknik. Jakarta
- Resnick, H, dkk. 2014. *Fisika dasar edisi 7 jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Soejoto & Sustini, E. (1993). Petunjuk Praktikum Fisika Dasar. Dirjen Dikti Depdiknas.
- Tippler, Paul A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknologi edisi 3 jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Walker, Jearl. 2010. *Fisika dasar edisi 7 jilid 1*. Jakarta: Erlangga



## MATERI 3: VOLTMETER

### A. Pengertian Voltmeter

Voltmeter adalah suatu alat untuk mengukur tegangan listrik yang dipasang secara paralel pada elemen yang hendak diukur. (Daryanto, 2008). Tegangan adalah sebuah besaran dengan satuan Volt (V) untuk perbedaan potensial, atau perbedaan energi listrik di antara dua titik. Misalnya perbedaan energi potensial untuk menggerakkan elektron dan mengalirkan arus listrik. Voltmeter memiliki nilai skala terkecil sebesar 1 volt.

Tegangan dan arus mempunyai karakteristik yang berbeda untuk rangkaian seri dan paralel. Pada rangkaian seri tegangan merupakan penjumlahan dari tegangan komponen-komponen yang terdapat pada rangkaian sedangkan nilai arus konstan sepanjang rangkaian. Pada rangkaian paralel/bercabang nilai tegangan akan sama pada masing-masing cabang sedangkan nilai arus merupakan penjumlahan dari nilai arus masing-masing cabang. (Adi, 2010)

### B. Jenis-Jenis Voltmeter

#### 1. Voltmeter Analog



**Gambar 1. Voltmeter Analog**

Voltmeter analog adalah alat pengukur tegangan listrik yang menggunakan jarum jam sebagai penunjuk skala yang bergerak ke range-range yang kita ukur dengan probe. Untuk pengukuran secara detail suatu besaran nilai komponen, Analog tidak bisa diandalkan. Oleh karena itu kebanyakan hanya digunakan untuk mengetes baik atau jeleknya suatu komponen pada waktu pengukuran atau juga dapat digunakan untuk memeriksa apakah sudah tersambung dengan baik sesuai dengan rangkaian blok yang ada pada suatu rangkaian. (Soedjana, 1976).

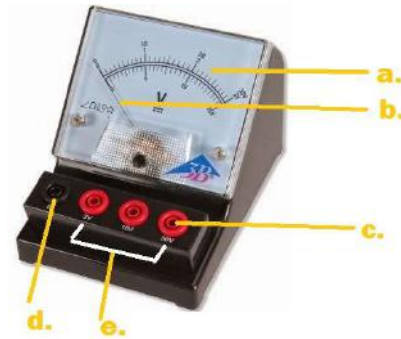
## 2. Voltmeter Digital



**Gambar 2. Voltmeter Digital**

Voltmeter digital adalah Voltmeter dengan bentuk dan fungsi yang lebih praktis. Mempunyai kelebihan pada ketelitiannya yang melebihi Voltmeter analog. Selain itu kita tidak perlu menghitung secara manual karena Voltmeter digital sudah diprogram sistemnya untuk menampilkan hasil yang sudah terkalkulasi sehingga kita cukup melihat hasil pengukuran pada layar tampilan Voltmeter digital.

## 3. Bagian- Bagian Voltmeter



**Gambar 3. Bagian-bagian Voltmeter**

### a. Skala ukur

Skala yang dipergunakan untuk mengukur tegangan letaknya di atas jalur kaca. Titik nol skala letaknya di ujung paling kanan. Ruang diantaranya dibubuhi angka-angka dibagi lagi oleh garis-garis pendek tipis, misalnya letak jarum pada garis kedua.

### b. Jarum penunjuk skala ,berfungsi untuk menunjukkan skala hasil pengukuran.

### c. Terminal positif , berfungsi sebagai tempat pencolok kabel yang arusnya positif.

### d. Terminal negatif, berfungsi sebagai tempat pencolok kabel yang arusnya negatif.

### e. Batas ukur ,berfungsi sebagai batas skala yang akan diuji dan juga sebagai tempat pencolok kabel yang arusnya positif.



### C. Manfaat Voltmeter

Manfaat Voltmeter adalah untuk mengukur beda potensial listrik dalam rangkaian tertutup dengan menyisipkan Voltmeter secara langsung dalam rangkaian.

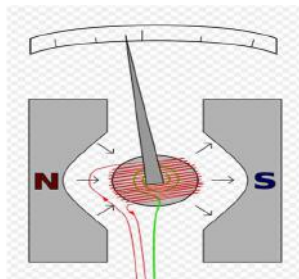
### D. Cara Penggunaan Voltmeter

Prosedur pengukuran tegangan listrik.

1. Sebelum memakai Voltmeter, pastikan terlebih dahulu Voltmeter dalam keadaan baik.
2. Atur sekrup pengatur jarum penunjuk bila dirasa jarum penunjuk tidak tepat pada posisi nol.
3. Atur saklar pemilih pada posisi skala tegangan yang kita akan ukur. Dalam pemilihannya kita ambil batasan saklar pemilih paling besar agar tidak terjadi kerusakan pada Voltmeter bila tegangan listrik ternyata besar.
4. Pasangkan Voltmeter pada komponen yang akan di ukur.
5. Bacalah berapa nilai yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk. Saat membaca, optimalkan rentang bacaan yang terbaik agar mendapat hasil yang akurat.
6. Setelah pembacaan selesai, kita dapat menempatkan probe ke saklar pemilih dengan batasan tegangan maksimum. Dengan cara ini kita akan terhindar dari kerusakan Voltmeter saat tidak sengaja memakainya kembali untuk kembali melakukan pengukuran.

### E. Prinsip Kerja Voltmeter

Prinsip Kerja Voltmeter hampir sama dengan Amperemeter dari segi desain galvanometer.

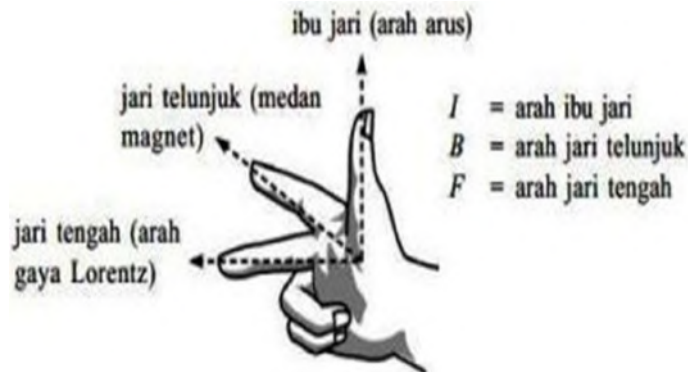


**Gambar 4. Galvanometer**

Galvanometer menggunakan prinsip hukum Lorentz, dimana interaksi antara medan magnet dan kuat arus akan menimbulkan gaya magnetik. Gaya magnetik inilah yang menyebabkan jarum penunjuk bisa menyimpang saat dilewati arus yang melewati kumparan. Semakin besar kuat arus akan semakin besar pula penyimpangannya. Untuk perbedaannya terletak pada bentuk rangkaian, Voltmeter dirangkai secara paralel, sedangkan Amperemeter dirangkai secara seri. (Muslimin, 1984)

#### F. Konsep Fisika yang diterapkan pada Voltmeter

Bentangan kawat berarus yang diletakkan dalam medan magnetik akan mengalami gaya magnetik. Gaya magnetik inilah yang disebut sebagai gaya Lorentz.



**Gambar 5. Kaidah Tangan Kedua**

Arah gaya Lorentz dapat ditentukan menggunakan kaidah tangan kedua yang berbunyi “Bila telapak tangan kanan dibuka, maka ibu jari menunjukkan arah arus, keempat jari lain menunjukkan arah medan magnetik, dan telapak tangan menunjukkan arah gaya Lorentz”.

Besarnya gaya Lorentz dinyatakan oleh persamaan:

$$F = B.I.l.\sin\theta$$

Keterangan:

- F = Gaya Lorentz (N)
- B = Kuat medan magnet (T)
- I = Arus listrik (A)
- $l$  = Panjang kawat (m)
- $\theta$  = Sudut antara arah arus dan medan magnetic

## G. Cara Pembacaan Hasil Pengukuran Voltmeter

Cara membaca nilai tegangan yang terukur:

1. Misalkan nilai tegangan yang akan diukur adalah 15 Volt DC
2. Posisikanlah saklar pemilih pada posisi DCV dan memilih skala terbesar yang tertera yaitu 1000 yang artinya pengukuran dapat dilakukan sampai 1000 Volt.
3. Saat memperhatikan Voltmeter dan di papan skalanya penunjuk jam tidak terdapat skala terbesar 1000 yang ada hanya 0-10, 0-50, dan 0-250. Maka untuk mempermudah pembacaan perhatikan skala 0-10 saja.
4. Skala penunjukan 0-10 mempunyai arti bila jarum penunjuk tepat berada pada angka 10, itu sama dengan 1000 Volt nilai tegangan yang terukurnya. Jika jarum penunjuk menunjuk pada angka 5, berarti nilai tegangannya adalah 500 Volt, berlaku juga hal yang sama pada angka skala yang lainnya.
5. Namun bila nilai tegangan yang akan diukur adalah hanya 15 Volt sementara kita menempatkan saklar pemilih pada posisi 1000, maka jarum pada papan skala di Voltmeter hanya akan bergerak sedikit sekali dan itu membuat kita sulit untuk memperkirakan berapa nilai tegangan yang terukur sebenarnya. Untuk mengatasinya kita pindahkan saklar pemilih ke nilai skala yang membuat jarum penunjuk bergerak lebih banyak sehingga nilai hasil pengukuran lebih akurat.
6. Saat kita menggeser saklar pemilih ke posisi 10 pada skala DCV dan terjadi pergerakan jarum penunjuk yang cepat ke paling ujung kanan, itu disebabkan karena nilai tegangan yang akan diukur lebih besar dari nilai skala maksimal yang dipilih. Jika hal itu terus terjadi maka akan terjadi kerusakan pada Voltmeter. Untuk itu jika jarum penunjuk pada papan skala bergerak sangat cepat ke kanan, segera pisahkan alat ukur dari rangkaian dan ganti skala saklar pemilihnya ke posisi yang lebih besar daripada sebelumnya. Saat saklar pemilih diletakkan pada angka 10 maka yang diperhatikan adalah papapan skala antara 0-10, bukan 0-50 apalagi 0-250.
7. Saat memilih skala 10 untuk mengukur nilai tegangan yang lebih besar dari 10 maka nilai tegangan yang sebenarnya tidak akan terukur atau diketahui. Solusinya, saklar pemilih di posisikan pada skala yang lebih besar dari 10 yaitu 50. Saat memilih skala 50 pada skala tegangan DC (DCV), maka pada papan skala di Voltmeter yang harus diperhatikan adalah range skala 0-50 bukan lagi 0-10 atau bahkan 0-250.
8. Saat saklar pemilih berada di posisi 50 maka jarum penunjuk akan bergerak tepat ditengah antara nilai 10 dan 20 yang pada range skala 0-50 artinya nilai yang ditunjukkan itu adalah 15 Volt.
9. Rumus untuk mengetahui nilai tegangan yang terukur:

$$\text{Tegangan terukur} = \frac{\text{Skala yang dipilih sakelar pemilih}}{\text{Skala terbesar pada papan skala}} \times \text{Angka yang ditunjukkan jarum}$$

Misalnya, skala saklar pemilih 2.5, skala terbesar pada papan skala 250, dan nilai yang ditunjuk jarum 110, maka:

$$\text{Tegangan terukur} = \frac{2.5}{250} \times 110 = 1.1 \text{ Volt}$$

Berarti dari hasil perhitungan tersebut, besar tegangan yang terukur adalah 1.1 Volt.

## H. Cara Perawatan pada Voltmeter

Dalam penggunaannya Voltmeter harus diperhatikan dengan baik kondisinya agar Voltmeter bisa bekerja secara Optimal dan mencegah kerusakan pada Voltmeter. Adapun hal-hal tersebut sebagai berikut:

1. Sebelum digunakan, Voltmeter perlu diperhatikan penempatannya. Ini penting karena bagian yang bergerak yang menunjukkan besarnya akan dipengaruhi oleh titik berat bagian yang bergerak dari suatu Voltmeter tersebut.
2. Pemilihan Voltmeter sesuai dengan tingkat presisinya.
3. Pemasangan Voltmeter dalam pengukuran dipasang secara paralel.
4. Kumputan dalam alat haruslah mempunyai tahanan tinggi, sehingga arus yang melalui sekecil mungkin.
5. Mengatur besar kecilnya hambatan masukan, agar diketahui kesalahan pembebanan

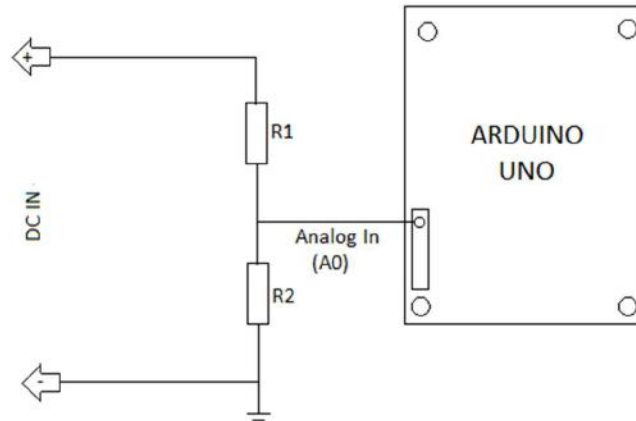
## I. Aplikasi Teknologi Terbaru



**Gambar 6. Layar Tampilan Voltmeter Digital Arduino**

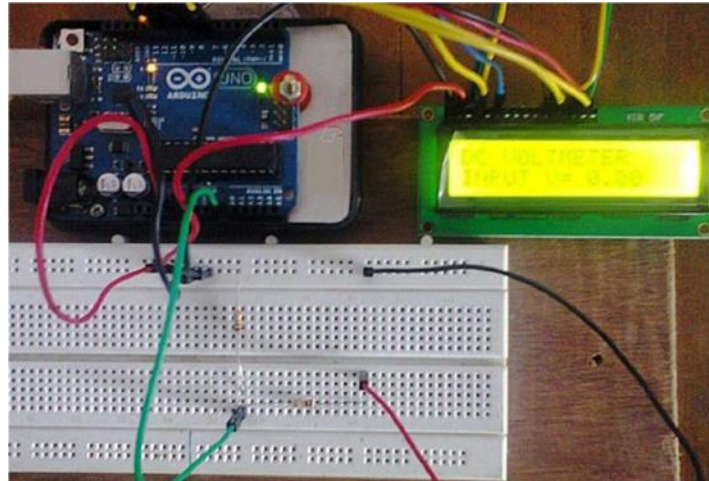
Voltmeter semakin berkembang dengan adanya inovasi-inovasi yang membuatnya semakin simpel dan praktis. Adapun salah satu inovasinya adalah Voltmeter Digital Arduino. Voltmeter ini adalah Voltmeter yang memanfaatkan Arduino yang memiliki sensor analog pada papannya sehingga bisa merasakan voltase pada pin analog dan menggubahnya menjadi format digital yang bisa diolah oleh mikrokontroler. Dan tentunya agar mikrokontrolernya bisa mengolah data, kita terlebih dahulu memasukkan program yang outputnya ditujukan untuk menampilkan hasil yang sudah dihitung secara otomatis.

Patut diketahui, input analog Arduino dapat digunakan untuk mengukur tegangan DC antara 0 dan 5V bila kita menggunakan tegangan referensi analog 5V standar dan kisaran ini dapat ditingkatkan dengan menggunakan dua resistor untuk membuat pembagi tegangan. Pembagi tegangan menurunkan voltase yang diukur kedalam kisaran input analog Arduino. Kode dalam sketsa Arduino kemudian digunakan untuk menghitung voltase aktual yang diukur.



**Gambar 7. Rangkaian Voltmeter Digital Arduino**

Karena sensor pada papan Arduino bisa merasakan voltase pada pin analog, disini kita dapat memberikan tegangan masukan ke pin analog (A0) dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan sederhana yang terdiri dari resistor R1 (100K) dan R2 (10K). Dengan nilai yang digunakan pada pembagi, dimungkinkan untuk memberi umpan tegangan dari 0V ke eke 55V ke papan Arduino. Sambungan pada jaringan pembagi tegangan yang terhubung ke pin analog Arduino setara dengan tegangan masukan dibagi dengan 11, jadi  $55V \div 11 = 5V$ . dengan kata lain, ketika mengukur 55V, pin analog Arduino akan berada pada tegangan maksimum 5V. Jadi, dalam praktiknya, lebih baik melabeli Voltmeter ini sebgai “0-30 DVM” untuk menambahkan batas keamanan.



**Gambar 8. Prototype Voltmeter Digital Arduino**

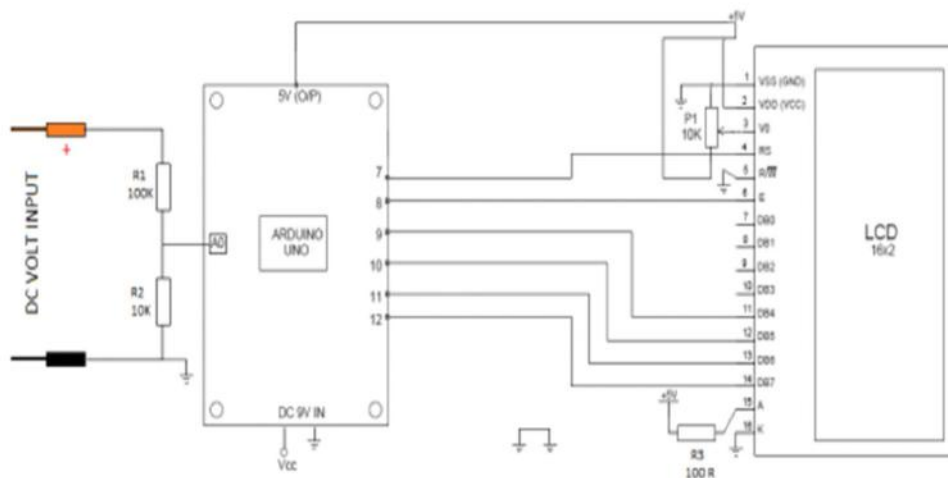
Adapun kerangka pemrogramannya adalah:

```

1. /*
2. DC Voltmeter
3. An Arduino DVM based on voltage divider concept
4. T.K.Hareendran
5. */
6. #include <LiquidCrystal.h>
7. LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);
8. int analogInput = 0;
9. float vout = 0.0;
10. float vin = 0.0;
11. float R1 = 100000.0; // resistance of R1 (100K) -see text!
12. float R2 = 10000.0; // resistance of R2 (10K) - see text!
13. int value = 0;
14. void setup(){
15.     pinMode(analogInput, INPUT);
16.     lcd.begin(16, 2);
17.     lcd.print("DC VOLTMETER");
18. }
19. void loop(){
20.     // read the value at analog input
21.     value = analogRead(analogInput);
22.     vout = (value * 5.0) / 1024.0; // see text
23.     vin = vout / (R2/(R1+R2));
24.     if (vin<0.09) {
25.         vin=0.0;//statement to quash undesired reading !
26.     }
27.     lcd.setCursor(0, 1);
28.     lcd.print("INPUT V= ");
29.     lcd.print(vin);
30.     delay(500);
31. }

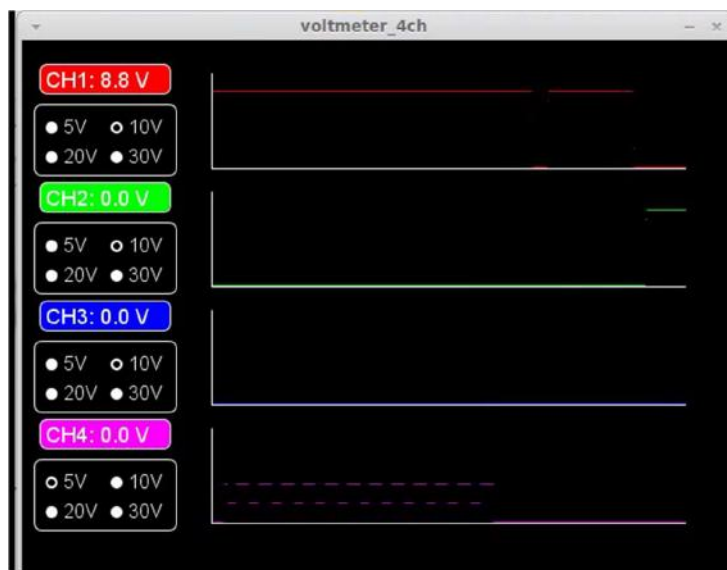
```

Kode di atas bisa kita modifikasi sesuai dengan kebutuhan kita dalam pengolahan data sesuai dengan alat yang kita buat. Untuk skema sirkuit DVM Arduino bisa kita lihat gambar dibawah ini.



**Gambar 9. Skema Sirkuit DVM Arduino**

Kita juga bisa menampilkan hasil pengukuran Voltmeter tersebut dilayar smartphone ataupun dilayar monitor komputer dan laptop dengan cara mendownload software processing di <https://processing.org/> dan menghubungkannya dengan kabel USB antara Arduino dengan Device yang kita miliki. Softwrenya support untuk Android, Linux, Mac OS X, dan Windows. Seperti inilah tampilan softwrenya:



**Gambar 10. Tampilan Software Processing**

Untuk prosedur pengukurannya yaitu:

1. Lakukanlah pengukuran tegangan DC menggunakan Arduino.
2. Masukkan perangkat lunak Arduino dan hubungkan ke port serial computer.
3. Jalankan aplikasi pengolahan untuk terhubung ke Arduino dan tampilkan voltase pada computer. Kita kita ingin menguji bahwa kode Arduino bekerja terlebih dahulu,

hubungkan ke Arduino menggunakan jendela monitor serial untuk melihat apakah voltase sedang ditampilkan.

### **Daftar Pustaka**

- Adi, Agung Nugroho. 2010. *Mekatronika*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Daryanto. 2008. *Pengetahuan Teknik Elektronika*. Jakarta. PT Bumi Aksara
- Cooper, William David. 1999. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*. 1999 alih bahasa Sahat Pakpahan. Jakarta: Erlangga.
- Muslimin ,M. 1984. *Alat-alat Ukur Listrik dan Pengukuran Listrik*. Bandung: CV. Armico.
- Soedjana, S., Nishino, O. 1976. *Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.



## MATERI 4: MULTIMETER

### A. Pengertian

Multimeter disebut juga multimeter atau AVometer. “A” untuk amperemeter. “V” untuk voltmeter. “O” untuk ohmeter. Jadi, Multimeter merupakan suatu alat ukur yang dapat kita gunakan untuk mengukur kuat arus, tegangan, dan juga hambatan listrik. Sedangkan kata multimeter berasal dari kata “multi” yang berarti banyak dan juga “tester” yang berarti mengukur. (Sari, 2012, p. 1)

Multimeter adalah salah satu alat ukur yang sangat diperlukan untuk mengukur besaran-besaran seperti kuat arus listrik, tegangan listrik, hambatan listrik, maupun kapasitansi. Selain itu juga multimeter dapat digunakan untuk mendeteksi rusak atau tidaknya suatu komponen. (Sumarno & Ruwanto, 2001)

### B. Bagian-Bagian Multimeter

Bagian-bagian AVO meter antara lain (Sari, 2012):

#### 1. Skala



Gambar 1. Skala

Bagian ini berbentuk seperti busur dan memiliki rentang angka. Ada beberapa skala dengan angka dan warna berbeda.. Skala  $\Omega$  untuk mengukur nilai hambatan listrik. Ada juga skala yang digunakan untuk mengukur nilai tegangan dan kuat arus.

#### 2. Jarum Penunjuk

Bagian ini berfungsi untuk menunjukkan angka pada skala hasil pembacaan pengukuran yang akan kita lakukan. Untuk mengamati hasil pembacaan maka kita harus melihatnya dengan posisi mata tegak lurus dengan multimeter.

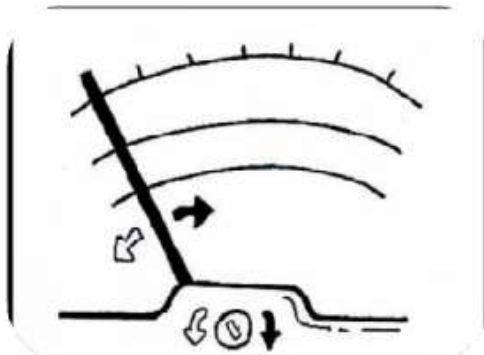
### 3. Selektor Batas Ukur



Gambar 2. Selektor Batas Ukur

Bagian ini dapat kita putar yang berfungsi untuk menentukan batas ukur apa yang akan kita gunakan dalam pengukuran multimeter. di bagian ini terdapat tanda sebagai berikut:

- AC V berfungsi untuk mengukur tegangan listrik bolak-balik,
  - DC V berfungsi untuk mengukur tegangan listrik searah,
  - DC mA berfungsi untuk mengukur kuat arus listrik, dan
  - Tanda  $\Omega$  berfungsi untuk mengukur nilai hambatan suatu komponen.
4. Pengatur Posisi Nol Jarum



Gambar 3. pengatur posisi nol jarum

Bagian ini berfungsi untuk mengatur posisi nol pada jarum penunjuk skala yang letaknya paling kiri.

5. Pengatur nol ohm



Gambar 4. pengatur nol ohm

Berfungsi untuk mengontrolkan jarum penunjuk ketika akan melakukan pengukuran hambatan listrik.

6. Probe



Gambar 5. Probe

Bagian ini terdapat dua probe yaitu probe merah untuk positif (+) dan probe hitam untuk negatif (-).

7. Terminal pengukuran



Gambar 6. terminal pengukuran

Bagian ini berfungsi untuk menghubungkan probe dengan Multimeter. terdapat dua terminal yaitu terminal positif (+) dan terminal negatif (-).

### C. Jenis-jenis Multimeter

Terdapat 2 buah multimeter yaitu (Elektro, 2014) :

#### 1. Multimeter Analog



Gambar 7. Multimeter Analog

Jenis multimeter ini menggunakan layar ukur berupa jarum penunjuk sehingga, untuk pembacaan hasil pengukuran harus dilakukan dengan melihat posisi jarum penunjuk dan melihat posisi selektor pada posisi batas ukur lalu melakukan perhitungan secara manual untuk mendapatkan pengukurannya.

Adapun bagian-bagian multimeter analog ini adalah sebagai berikut :

- a. Skala
- b. Jarum penunjuk
- c. Selektor batas ukur
- d. Pengatur posisi nol jarum
- e. Pengatur posisi nol ohm
- f. Probe
- g. Terminal pengukuran

Manfaat Multimeter Digital menurut (Prawioredjo, 2006) Adalah mengukur kuat arus, tegangan, hambatan listrik, mengukur nilai kapasitansi kapasitor (farad) Mengukur nilai kapasitansi kapasitor dan memeriksa keadaan suatu komponen. (Farad).

#### 2. Multimeter Digital



Gambar 8. Multimeter Digital

Jenis multimeter yang menggunakan layar digital sebagai hasil pembacaan pengukurannya. Hasil ukur yang ditampilkan pada display multimeter digital merupakan hasil yang telah sesuai sehingga tidak perlu menghitung lagi seperti pada multimeter analog.

Adapun bagian-bagian multimeter digital adalah sebagai berikut :

a. Layar Monitor

Untuk melihat hasil pembacaan pada alat ukur multimeter

b. Buttons ( tombol )

Tombol yang ada pada Multimeter Digital

c. Dial (tombol penyetel)

d. Input Jacks

Manfaat Multimeter Digital Adalah mengukur kuat arus, tegangan, dan hambatan listrik. (Wahyudi, 2015). Menurut (Prawiroredjo, 2006) Prinsip kerja Multimeter Digital adalah gerak d'arsonval yaitu gerakan dasar kumparan putar magnet permanen.

#### **D. Manfaat Multimeter**

Multimeter (Prawiroredjo, 2006) adalah Alat ukur dalam bidang elektronika yang penggunaannya sebagai berikut.:

- a. Untuk mengukur tegangan searah (DC)
- b. Untuk mengukur tegangan bolak-balik (AC)
- c. Untuk mengukur kuat arus listrik searah (DC)
- d. Untuk mengukur tahanan atau hambatan listrik (ohm)
- e. Mengukur nilai kapasitansi kapasitor (Farad)
- f. Untuk memeriksa keadaan suatu komponen.

#### **E. Cara Penggunaan Multimeter**

1. Mengukur tegangan searah (DC)

Aturlah posisi selektor batas ukur ke DC V, kemudian kita pilih skala yang paling sesuai. Jika tidak mampu memperkirakan, kita harus memilih skala paling besar yang berguna untuk menghindari rusaknya alat ukur multimeter. Kemudian kita hubungkan Probe merah dan Probe hitam ke dalam terminal tegangan pada multimeter. dengan ketentuan merah dihubungkan ke terminal tegangan yang (+) dan hitam dihubungkan ke (-). Hasilnya akan terlihat di layar hasil atau penunjukan hasil ukur. (Wahyudi, 2015)

## 2. Mengukur Tegangan Bolak-Balik (AC)

Aturlah posisi selektor batas ukur ke AC V, kemudian kita pilih skala yang paling sesuai. Jika tidak mampu memperkirakan, kita harus memilih skala paling besar. Kemudian kita hubungkan Probe merah dan Probe hitam kedalam terminal tegangan pada multimeter. Untuk tegangan AC tidak memiliki polaritas positif ataupun negatif. Hasilnya akan terlihat di layar hasil atau penunjukan hasil ukur. (Wahyudi, 2015)

## 3. Mengukur Kuat Arus Listrik

Aturlah posisi selektor batas ukur pada pengukuran arus, kemudian kita pilih skala yang paling sesuai dengan arus yang akan diukur. Apabila tidak mampu memperkirakan nilai arus ukur. Kita harus memilih skala paling besar untuk menghindari kerusakan. Untuk teknik pengukurannya, kita putus rangkaian yang terhubung ke beban, lalu hubungkan probe merah dan hitam pada kedua terminal yang terputus tersebut secara serial. Hasilnya akan terlihat di layar hasil atau penunjukan hasil ukur. (Wahyudi, 2015)

## F. Cara Pembacaan Multimeter

### 1. Mengukur hambatan listrik (Sari, 2012) menggunakan Multimeter Analog

Tahap persiapan sebelum melakukan pengukuran hambatan menggunakan AVOMeter adalah mengonolkan multimeter terlebih dahulu dengan menghubungkan Probe Merah dan Probe Hitam. Kemudian pada tombol kecil berlabel “0 Adjust” putar perlahan hingga jarum mengarah ke angka nol.

- a. Memasang ujung kabel probe hitam dipasang ke terminal yang ditandai dengan tanda (-) dan ujung kabel probe merah dipasang terminal yang ditandai dengan tanda (+).
- b. Pembacaan skala atau hasil pengukuran yaitu mengamati skala dengan mata tegak lurus terhadap skala. Untuk memperoleh nilai hambatan listrik yaitu dengan cara :

$$\text{Hasil ukur} = \text{skala yang ditunjuk jarum} \times \text{batas ukur}$$

Untuk multimeter digital hasil pembacaan cukup melihat layar monitor yang ada pada multimeter digital.

### 2. Mengukur tegangan listrik (Sari, 2012)

Untuk Multimeter Analog sama seperti halnya akan mengukur hambatan listrik hanya saja perbedaannya yaitu memutar selektor batas ukur ke tegangan. dan untuk

Pembacaan skalanya yaitu dengan mengamati skala dengan mata tegak lurus, untuk memperoleh nilai tegangan listrik hitung yaitu dengan cara :

$$\text{Hasil ukur} = \frac{\text{skala yang ditunjuk jarum}}{\text{skala maksimal}} \times \text{batas ukur}$$

Sedangkan untuk pembacaan menggunakan multimeter digital cukup hanya melihat layar monitor yang ada pada multimeter digital.

### 3. Mengukur Arus Listrik (Sari, 2012)

- a. memutar selektor batas ukur sebagai alat ukur kuat arus listrik. Memilih batas ukur yang hendak diukur
- b. Menghubungkan Probe dengan rangkaian yang akan diukur, memasang AVOMeter secara seri terhadap rangkaian.
- c. Pembacaan skala hasil pengukuran yaitu dengan cara mengamati skala dengan tegak lurus. untuk memperoleh nilai kuat arus listrik dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Hasil Ukur} = \frac{\text{skala yang ditunjuk jarum}}{\text{skala maksimum}} \times \text{batas ukur}$$

## G. Prinsip Kerja Multimeter

### 1. Galvanometer

Multimeter menggunakan prinsip hukum Gaya Lorentz. Gaya Lorentz adalah interaksi medan magnet dan kuat arus listrik yang dapat menimbulkan gaya magnetik. Gaya magnetik yang menyebabkan jarum penunjuk pada mutimeter bisa menyimpang pada saat di lewati arus yang melewati kumparan. Semakin besar kuat arus listrik maka akan semakin besar pula penyimpangannya. Untuk perbedaannya terletak pada bentuk rangkaian, untuk mengukur tegangan listrik dirangkai secara paralel, sedangkan kuat arus listrik dirangkai secara seri. (Muslimin, 1984)

### 2. Gerak d'Arsonval

Multimeter juga menggunakan gerak d'Arsonval yaitu gerakan dasar kumparan putar magnet.. (TEKNIK, 2001)

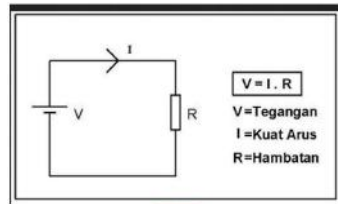
## H. Konsep Fisika Multimeter

Konsep fisika yang terdapat dalam multimeter ialah sebagai berikut. (TERAPAN, 2015) :

### 1. Hukum Ohm

Bunyi hukum Ohm :”Besarnya kuat arus listrik (I) yang melalui konduktor antara dua titik berbanding lurus dengan beda potensial atau tegangan (V) di dua titik tersebut, dan berbanding terbalik dengan hambatan atau resistensi (R) di antara mereka.”

Rumus hukum ohm :



Hukum ohm dikemukakan oleh seorang ilmuwan fisika yang bernama Georg Simon Ohm, fisikawan dari Jerman pada tahun 1825.

### 2. Hukum Kirchhoff. (TERAPAN, 2015)

#### a. Hukum I Kirchhoff atau disebut juga KCL (Kirchhoff's Current Law)

Bunyi Hukum I Kirchhoff :

“jumlah arus yang masuk sama dengan jumlah arus yang keluar pada titik percabangan sirkuit listrik”.

Rumus Hukum I Kirchhoff :

$$I \text{ masuk} = I \text{ keluar}$$

Dimana I adalah Arus Listrik, dengan satuan Ampere (A)

#### b. Hukum II Kirchhoff atau disebut juga dengan hukum loop Kirchhoff, dan KVL (Kirchhoff's Voltage Law)

Bunyi hukum II Kirchhoff :

“jumlah gaya gerak listrik tegangan sama dengan jumlah beda potensial antara arus dan hambatan pada rangkaian listrik”. Rumus Hukum II Kirchhoff :

$$\sum \varepsilon = \sum (I \cdot R)$$

Keterangan :

$\varepsilon$  : ggl sumber tegangan (volt)

I : kuat Arus Listrik (Ampere)

R : Hambatan (ohm)



### 3. Gaya Lorentz (Andokristi, 2012, p. 1)

Apabila arus yang melewati kumparan besar maka gaya yang timbul juga akan membesar sedemikian sehingga jarum penunjuk juga akan lebih besar. Demikian sebaliknya, ketika kuat arus tidak ada maka jarum penunjuk akan dikembalikan ke posisi semula oleh pegas. Besar gaya yang dimaksud sesuai dengan Gaya Lorentz. Rumus gaya Lorentz :

$$F = B.I.L$$

F = Gaya Lorentz (N)

B = Kuat Medan Magnet (T)

I = Kuat Arus Listrik (A)

L = Panjang Kawat (m)

## I. Cara Perawatan Multimeter

Hal yang wajib diperhatikan terkait dengan pekerjaan perawatan multimeter adalah menggunakan multimeter sebagaimana mestinya (mengetahui batas-batas kemampuannya) dan dengan prosedur yang benar.

Adapun cara perawatannya yaitu sebagai berikut. (Suwarna, 2013)

1. Jangan menggunakan pada rangkaian listrik yang melebihi 3 kVA,
2. Jangan menggunakannya ketika casing-nya terbuka,
3. Jangan dikenai masukan di luar (melebihi) batas ukur yang diijinkan,
4. Jangan digunakan pada jalur yang terhubung dengan peralatan yang menghasilkan tegangan induksi (seperti dinamo mobil),
5. Jangan digunakan ketika multimeter atau kabel tes (probe) rusak,
6. Sebelum memulai pengukuran, pastikan bahwa fungsi dan batas ukur multimeter pada keadaan yang cocok, sesuai dengan pengukuran itu,
7. Jangan menggunakan probe (kabel tes) yang bukan spesifikasinya,
8. Untuk menjamin keakuratan, periksa dan kalibrasilah multimeter itu sekurang-kurangnya sekali dalam setahun,
9. Ketika mengukur besaran yang sama sekali belum dapat diperkirakan besarnya, mulailah dengan batas ukur yang tertinggi.
10. Jangan menempatkan ditengah terik matahari.

## J. Aplikasi Teknologi Terbaru

Adapun Aplikasi Teknologi terbaru dari multimeter adalah Moshimeter (Hakim, 2016).



Gambar 9. Moshimeter

Aplikasi teknologi terbaru multimeter adalah *Moshimeter*, yang mana alat ini pengembangan dari multimeter digital. Moshimeter adalah multimeter yang menggunakan perangkat smartphone sebagai monitor untuk membaca hasil pengukuran.

Cara menghubungkan Moshimeter dengan smartphone kita yakni menggunakan perangkat bluetooth. Jadi, alat ini bisa dioperasikan dari jarak yang cukup jauh. Alat ini lahir karena adanya kesulitan ketika menggunakan multimeter biasa untuk mengukur arus, tegangan dan hambatan listrik ditempat yang cukup sulit dicapai. Karena alat multimeter biasa berukuran cukup besar dan memakan tempat.

Dengan Moshimeter yang berukuran lebih kecil dari multimeter pada biasanya, memudahkan kita untuk memasang Moshimeter ditempat yang sulit dicapai. Selain itu Moshimeter mampu memberikan data secara simultan terhadap waktu. Moshimeter pun memberikan fitur data logger dan grafik yang dihasilkan dari hasil pengukuran. Data logger tersebut dapat disimpan pada microSD yang dipasang pada Moshimeter.

Seperti yang dijelaskan tadi, penggunaan bluetooth pada Moshimeter berfungsi supaya pengguna Moshimeter dapat menggunakan alat dari jarak jauh dan juga meningkatkan safety pada proses pengukuran.

Cara menggunakan Moshimeter sama saja seperti penggunaan multimeter pada biasanya, yakni dengan menghubungkan probe dengan rangkaian listrik dan menyalakan Moshimeter lalu menyalakan bluetooth yang ada pada Moshimeter untuk menghubungkan Moshimeter dengan perangkat pada smartphone. Pengaturan lebih

lanjutnya terdapat pada smartphone dan juga hasil pengukuran langsung tertera pada layar smartphone. Karena Moshimeter ini terdapat banyak perangkat elektroniknya, maka perawatannya ialah tidak menyimpan Moshimeter pada tempat yang lembab, karena dapat menyebabkan pengkaratan pada alat Moshimeter. Karena menggunakan baterai, maka ketika setelah digunakan baterai pada Moshimeter harus dilepas agar tidak terjadi pengkaratan pada baterai tepatnya pada kedua kutub. Simpan alat pada tempat yang aman dan tidak terjadi banyak benturan yang dapat mengubah komponen elektronik pada Moshimeter.

### **Daftar Pustaka**

- Andokristi, T. (2012). *Menguasai Alat Ukur Listrik dan Elektronika*. Universitas Negeri Medan.
- Elektro, Z. (2014). *Mengenal Jenis dan Fungsi Pada Multimeter*.
- Muslimin, M. (1984). *Alat-alat ukur listrik dan pengukuran listrik* . Bandung: CV Armico.
- Prawiroredjo, k. (2006). *Pemahaman Dan Penggunaan Alat Ukur Multimeter Analog Sebagai Pengenalan Teknik Elektronika* . Jurnal Ilmiah.
- Sari, L. (2012). *Materi Penggunaan Alat Ukur*.
- Sumarno, & Ruwanto, B. (2001). *Penguasaan Konsep-Konsep Fisika* .
- Suwarna. (2013). *PERAWATAN MULTIMETER DAN OSILOSKOP (CRO)*.
- TEKNIK, T. F. (2001). *MERAWAT DAN MEMPERBAIKI ALAT UKUR LISTRIK*. YOGYAKARTA: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.
- TERAPAN, T. F. (2015). *dtg1g3 rangkaian listrik*. bandung: universitas telkom bandung.
- Wahyudi, E. (2015). *Cara menggunakan alat ukur*.

## MATERI 5: RHEOSTAT

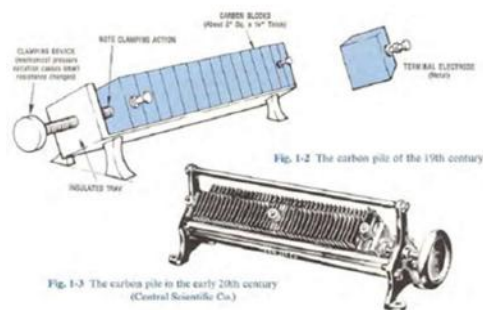
### A. Sejarah dan Pengertian Rheostat

#### 1. Sejarah Rheostat

Menurut Sir Charles Wheatstone, Rheostat berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari rheos dan statis yang artinya perangkat yang mengendalikan arus listrik (current). (Lytle, 2017)

Rheostat ditemukan oleh George Ohm seorang ahli fisika dari Jerman yang mengemukakan hukum ohm yaitu “arus listrik yang mengalir melalui sebuah konduktor akan berbanding lurus dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatannya”. Ia adalah seorang profesor yang menciptakan alat yang berhubungan dengan listrik. (Rahmad, 2017)

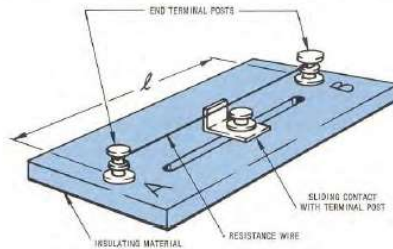
Ketika Galvani dan Volta menemukan listrik yang dapat diproduksi dengan cara kimia (1800an), mereka mungkin hanya memberi sedikit pemikiran untuk mengelompokkan variabilitas parameter. Tetapi, pada saat Ohm mempresentasikan undang-undangnya pada tahun 1827, perangkat resistif variabel kasar pertama tidak diragukan lagi dibangun oleh fisikawan di seluruh belahan dunia. Meskipun awalnya sempat diperdebatkan. Yang pasti adalah bahwa bentuk awal perangkat perlawanan variabel memiliki kemiripan yang sangat kecil dengan yang tersedia dan diterima seperti biasa oleh insinyur masa kini. Pada akhir abad 19, mereka hanya ditemukan di laboratorium dan merupakan instrumen yang besar.



Gambar 1 dan Gambar 2. Tumpukan karbon pada abad ke-19 dan ke-20

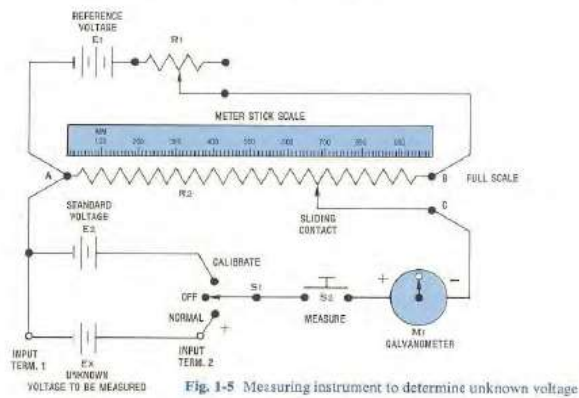
Perangkat paling awal adalah tumpukan karbon yang ditunjukkan seperti pada gambar. Setiap balok karbon sekitar dua inci persegi dan seperempat inci tebal. Baki terisolasi menahan balok-balok itu. Blok yang berbahan logam diletakkan di tempat yang

bertumpuk, disediakan tenin untuk koneksi ke sirkuit eksternal. Untuk perubahan resistensi utama dapat dilakukan dengan cara menghapus beberapa blok karbon dan mengganti blok logam konduktif di tempat mereka. itu dilakukan untuk menempatkan blok logam tipe terminal pada titik tengah antara ujung tumpukan untuk mencapai penyadapan dan aplikasi pembagian potensial. Bentuk awal ini ada dalam konfigurasi yang sedikit berbeda, dan digunakan selama bertahun-tahun.



Gambar 3 perangkat sederhana slide-kawat variabel resistensi

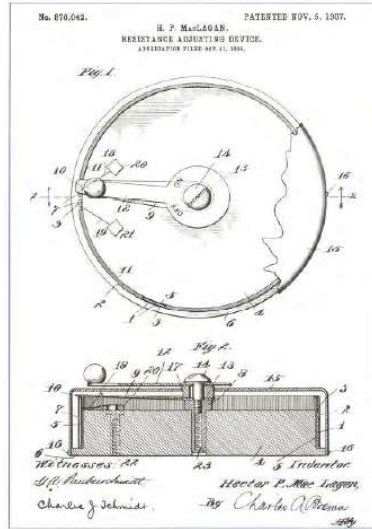
Bentuk selanjutnya yaitu terdiri dari panjang kawat resistansi dan kontak geser seperti ditunjukkan pada gambar. Resistansi total antara A dan B dapat divariasikan dengan cara memilih jenis bahan untuk kawat atau dengan memvariasikan sifat geometris kawat.



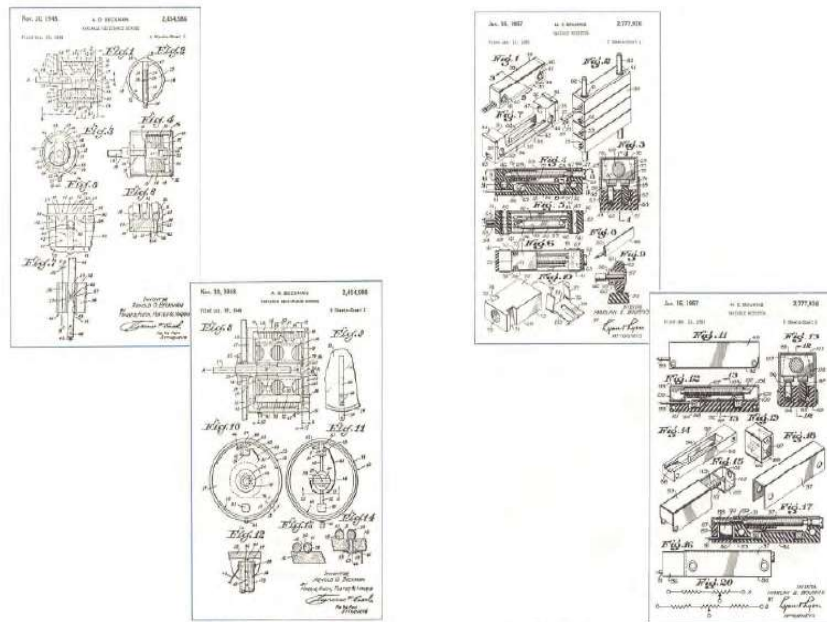
Gambar 1 perangkat sederhana slide-kawat variabel resistensi

Tujuan dari alat ini adalah untuk mengukur potensi yang tidak diketahui seperti  $E_x$  pada dambar diatas. Dua perangkat resisitf variabel,  $R_1$  dan  $R_2$ , digunakan di sirkuit ini. Dalam gambartersebut, tongkat meter ditempatkan berdekatan dengan  $R_2$  dan berfungsi sebagai skala untuk menentukan pegaturan relatif kontak geser  $R_2$ .

Pada tahun 1907, H. P. MacLagan mendapat hak paten untuk rotary rheostat. Gambar 5 adalah salinan gambar patennya. Ia telah melukai kawat resistensi disekitar kartu papan tipis dan kemudian membentuk rakitan ke sebuah lingkaran.



Gambar 5. Gambar paten di awal 1900-an



Gambar 6 Gambar paten A. O. Beckman untuk potensiometer presisi 10-turn. Diarsipkan pada tahun 1945.

*Gambar 7 Gambar paten Marian E. Bourn untuk potensiometer penyesuaian miniatur praktis. Diarsipkan pada tahun 1953*

Marian E. Bourns pada bulan Mei, 1952, mengembangkan potensiometer penyesuaian miniatur yang sangat praktis untuk aplikasi yang memerlukan penyesuaian kontrol yang sering. Dia menggabungkan teknologi maju dari cetakan plastik dan fabrikasi potensiometer presisi dan memberi perancang dengan potensiometer penyesuaian kecil dengan kinerja listrik yang luar biasa. Salinan gambar patennya ditunjukkan pada Gambar diatas.

Seiring permintaan untuk perangkat penyesuaian kecil meningkat, produsen lain mulai memproduksi unit yang serupa. Sejak diperkenalkannya potensiometer penyesuaian miniatur, banyak perbaikan telah dilakukan, menghasilkan kinerja yang lebih baik dan lebih baik dengan biaya lebih rendah dan lebih rendah.



*Gambar 8. Ringkasan potensiometer*

Gambar tersebut adalah penggambaran ringkas potensiometer penyesuaian yang ada saat ini. Banyak perbaikan dalam pengembangan potensiometer presisi terjadi sebagai akibat meningkatnya penggunaan komputer analog dan juga pada servosystem yang lebih kompleks dan tepat. Lagi dan lagi, produsen potensiometer telah memperbaiki produk mereka untuk memenuhi kebutuhan para perancang dalam proses pengembangan yang berkelanjutan. (Todd, 1975, hal. 1-10)

## 2. Pengertian Rheostat

Istilah “rheostat” berasal dari bahasa Yunani yaitu “Reos” dan “statis” yang berarti perangkat yang mengendalikan arus listrik (current). Istilah tersebut pertama

dikemukakan oleh Sir Charles Wheatstone yaitu seorang ilmuwan dari Inggris. (Rahmad, 2017)

Rheostat adalah peralatan listrik yang memiliki resistansi disesuaikan. Rheostat termasuk jenis dari potensiometer yang hanya memiliki dua terminal. Rheostat juga terbagi kedalam dua jenis, yaitu rheostat rotary dan rheostat laboratorium atau rheostat slider, disebut rheostat laboratorium karena sering digunakan di laboratorium. Ia memiliki simbol, yaitu sebuah resistor dengan panah diagonal di atasnya. Alat ini yang digunakan dalam banyak aplikasi, diantaranya seperti cahaya dimmer dan pengendali motor dalam mesin yang digunakan di industri-industri besar. Sebagian besar dari mesin ini yaitu luka kawat yang tergulung ke sebuah spiral yang ketat, kawat yang digunakan memiliki panjang yang konduktif. Rheostat jenis rotary memiliki kumparan melengkung kedalam torus dengan maksud untuk menghemat ruang. Sedangkan rheostat jenis linear memiliki bentuk gulungan lurus. Untuk melindungi rheostat dari kotoran yang dapat berakibat rangkaian menjadi terbuka, dan menyebabkan sirkuit pendek akibat kelembaban, maka kumparan dan kontak dalam alat ini harus disegel. Rheostat dapat dibuat dari bahan lain seperti cairan tertentu, pita logam, dan disk karbon, asalkan menggunakan material yang memiliki resistansi yang mengalami perubahan signifikan yang lebih pendek. (Nightstalker, 2013)

Rheostat adalah salah satu jenis dari resistor yang nilai resistansinya dapat diukur (*variable resistor*) yang digunakan untuk mengendalikan arus listrik (*current*) terutama pada rangkaian yang berarus listrik tinggi. Oleh karena itu rheostat disebut variabel resistor. Contoh pengaplikasian dari rheostat yaitu misalnya untuk mengubah volume radio atau televisi, kita memerlukan besar hambatan yang berubah-ubah, pada nyala lampu juga, perubahan arus diperlukan. Sebagaimana kita ketahui bahwa dengan mengubah panjang kawat penghantar, hambatan penghantar tersebut juga berubah. Rheostat mempunyai dua terminal yang dimulai dari  $0 \Omega$  hingga mencapai resistansi atau hambatan tertentu. (Herrick, 2003)

Rheostat merupakan alat yang digunakan untuk pembebanan saat pengukuran rangkaian dengan sistem resistansi. Rheostat memiliki variasi daya mulai dari daya yang kecil sampai daya yang besar. Rheostat dapat dibuat dengan gulungan kawat resistansi yang dililitkan pada isolator tahan panas yang dipegang dengan suatu logam berbentuk silinder. (Budiyanto, 2017)



## **B. Fungsi Rheostat**

Rheostat berfungsi untuk mengubah atau mengendalikan arus listrik yang mengalir pada rangkaian atau sirkuit. (Avison, 1989). Rheostat juga dapat digunakan untuk mengontrol kecepatan motor, mengontrol intensitas cahaya, untuk mengontrol kipas angin listrik, dan sebagainya. (Vecchione, 2005).

Pada dasarnya fungsi dari rheostat sendiri yaitu digunakan sebagai acuan dalam membuat sebuah rangkaian yang dimana rangkaian itu belum ditentukan besar hambatannya terhadap arus yang mengalir, sehingga dapat menghasilkan rangkaian yang sempurna. Untuk langkah berikutnya yaitu mengganti hambatan rheostat dengan resistor yang telah ditentukan nilainya. Selain itu, fungsi dari rheostat yaitu sebagai alat kontrol daya, seperti digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor, intensitas cahaya (dimmer), pemanas, dan oven. Tetapi sekarang tidak lagi digunakan untuk fungsi tersebut, karena efisiensinya rendah. Mereka digantikan dengan switching electronics dalam aplikasi power control. Karena sebagai resistansi variabel, alat ini sering digunakan untuk penyetelan dan kalibrasi di sirkuit. Dalam hal ini, hanya disesuaikan selama fabrikasi atau rangkaian tuning (resistor preset). Apabila kasusnya seperti ini, trim pots sering digunakan, dihubungkan sebagai rheostat. (ResistorGuide.com, 2017).

## **C. Prinsip Kerja pada Rheostat**

Prinsip kerja pada rheostat yaitu ketika arus yang dialirkan pada suatu rangkaian dan tegangannya selalu konstan, maka arus yang melalui rheostat akan mengalami diperkecil ketika hambatan rheostat mengalami perbesaran. Sebaliknya arus akan diperbesar ketika hambatan yang mengalir terhadap rheostat diperkecil. (Durbin & dkk, 2005)

Pada sebuah rheostat, arus akan masuk melalui salah satu terminalnya, kemudian arus tersebut akan berjalan melewati kumparan kawat yang ada ditengahnya, kemudian akan dikeluarkan melalui terminal yang lainnya. Alat ini tidak memiliki polaritas, jadi apabila pemasangannya terbalikpun, tidak akan berpengaruh atau menimbulkan kerusakan. Untuk mewakili contoh dari peralatan tersebut, tiga potensiometer terminal dapat digunakan dengan cara menghubungkan terminal yang ketiga ke terminal kontak. Peralatan ini dapat digunakan dalam beberapa platform yang akan menjadi cahaya

dimmer yang nantinya akan mengendalikan arus yang berjalan melalui sebuah lampu, sehingga mengubah kecerahan lampu tersebut. (Nightstalker , 2013)

Rheostat atau hambatan geser terbuat dari kawat yang memiliki hambatan jenis yang besar, seperti kawat nikelin. Kawat tersebut dililitkan pada batu tulis. Panjang dari kawat yang nantinya akan dilalui oleh arus, itu diatur oleh logam geser (L). Arus listrik akan berjalan melalui kumparan kawat hingga sejauh logam geser (L), kemudian akan diteruskan melalui logam geser dan akan keluar melalui terminal C. Besar arus dapat diubah-ubah dengan menggeser-geser logam geser, hambatan akan kecil (kuat arus besar) apabila logam digeser di ujung kiri. Begitupun sebaliknya, hambatan akan besar (kuat arus kecil) atau panjang kawat besar, apabila logam geser di ujung kanan.

Adapun pada sebuah sirkuit, cara mengubah-ubah resistansi adalah dengan cara menggunakan resistor variabel atau rheostat. Rheostat adalah resistor variabel dua terminal yang seringkali didesain untuk mengatur arus dan tegangan yang tinggi. Alat ini biasanya dibuat dari kawat resistif yang dililitkan untuk membentuk koil toroid dengan penyapu yang bergerak pada bagian atas toroid, yang menyentuh koil pada suatu lilitan ke lilitan yang berikutnya. (Nightstalker , Hambatan Geser atau Rheostat, 2013)

#### **D. Jenis-jenis Rheostat**

Rheostat terdapat beberapa jenis, yaitu sebagai berikut:

##### **1. Rheostat Rotary**

Rheostat rotary yaitu rheostat yang mempunyai tiga terminal yaitu A, B, dan C, yang berfungsi sebagai pembagi tegangan listrik (atau biasa disebut dengan potensiometer). Rheostat rotary menggunakan konstruksi terbuka, namun ada juga rheostat rotary dengan konstruksi tertutup yang dipasang secara paralel untuk mengatur tingkat dan rentang daya listrik. Nilai resistansinya diatur dengan cara memutar wiper searah jarum jam atau sebaliknya. Rheostat jenis ini adalah rheostat yang paling sering digunakan untuk mengukur daya listrik. (Budiyanto, 2017)

Apabila kita menggunakan rheostat rotary untuk menghitung hambatan variabel dengan terminal B dan antara A atau C. Sedangkan untuk pembagi tegangan (sering juga disebut potensiometer atau pot) itu menggunakan ketiga terminalnya.



Gambar 9. Rheostat Rotary

## 2. Rheostat slide

Rheostat slide, rheostat ini sering disebut juga rheostat laboratorium, karena sering digunakan di laboratorium penelitian dan edukasi. Rheostat ini bisa digunakan untuk mengukur arus beberapa ampere. Rheostat laboratorium ini terbuat dari kawat beresisten yang digulungkan pada sebuah silinder yang diisolasi. Rheostat slide menggunakan slider atau penggeser untuk mengatur nilai resistansinya. (Avison, 1989)



Gambar 10. Rheostat Laboratorium

## 3. Rheostat Trimmer

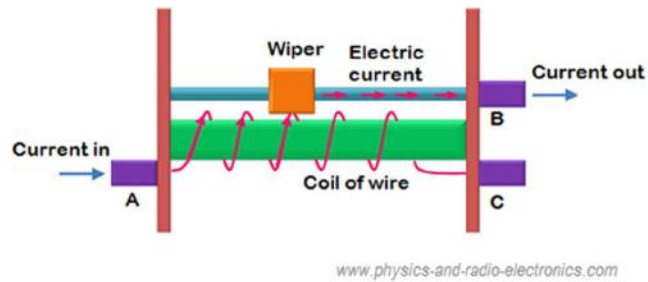
Rheostat Trimmer adalah rheostat yang berbentuk kecil dan biasa dipasang pada papan sirkuit cetak (PBC) dan harus menggunakan obeng dan alat ukur khusus untuk mengatur nilai resistansinya. (Kho, 2017).



Gambar 11. Rheostat Trimmer

## E. Bagian-bagian Rheostat

Bagian-bagian dari Rheostat yaitu:



Gambar 12. Bagian-Bagian Rheostat

1. Current in (terminal A)  
Terminal ini berfungsi sebagai tempat memasukan arus dari sumber arus.
2. Wiper (penggeser)  
Penggeser ini digunakan dengan cara digeser-geser, yang berfungsi untuk mengatur resistensi (hambatan) yang dihasilkan.
3. Coil of Wire  
Coil of wire ini adalah lilitan atau kuparan kawat tempat mengalirnya arus.
4. Current out (terminal B dan C)  
Berfungsi sebagai tempat keluarnya arus yang sudah dihambat rheostat.

Jika kita menggunakan terminal A dan B di rheostat, resistensi akan minimum ketika kita memindahkan wiper ke terminal A, karena panjang jalur resistifnya berkurang. Akibatnya, hanya sedikit arus listrik yang diblokir dan besar arus listrik yang diperbolehkan. Karena daya tahan rheostat tersebut bergantung pada panjang jalur resistif yang melaluinya arus listrik mengalir. Oleh karena itu, resistansi akan maksimum ketika kita menggeserkan slider mendekati terminal C, karena panjang jalur resistif meningkat. Akibatnya, hanya sejumlah kecil arus listrik yang diperbolehkan dan sejumlah besar arus listrik yang terhambat. Karena daya tahan rheostat itu tergantung pada panjang jalur resistif yang melaluinya mengalir arus listrik. (Pradesh, Rheostat, 2015)

Ketika kita menggunakan terminal B dan C, resistensi akan minimum ketika kita memindahkan slider atau wiper ke daerah terminal C, karena panjang jalur resistifnya berkurang. Akibatnya, terapat sejumlah besar arus listrik yang diperbolehkan, dan hanya sejumlah kecil arus listrik yang diblokir. Dengan demikian, resistansi akan maksimum ketika kita menggeser slider ke dekat terminal A, karena panjang jalur resistifnya

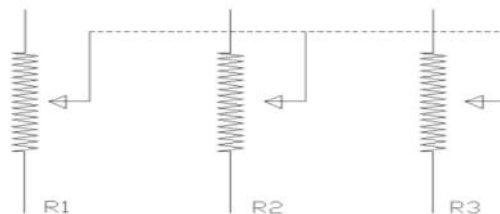
meningkat. Akibatnya, hanya sejumlah kecil arus yang diperbolehkan dan ada sejumlah besar arus listrik yang terhambat. (Pradesh, Rheostat, 2015)

Kita tidak mengurangi hambatan dari jalur resesif atau kawat; sebagai gantinya kita hanya mengurang panjang dari jalur resesifnya untuk menurunkan resistansi. Ketika kita memutar kenop luar menggunakan tangan, wiper bergerak disepanjang jalur resesif. (Pradesh, Rheostat, 2015)

Adapun garis zigzag dengan tiga terminal pada rheostat, merupakan simbol rheostat standar Amerika dan kotak segi empat dengan tiga terminal, simbol tersebut mewakili simbol rheostat berstandar internasional atau IEC Standard. (Pradesh, Rheostat, 2015)

Ada juga bagian dari rheostat yang lainnya, yaitu:

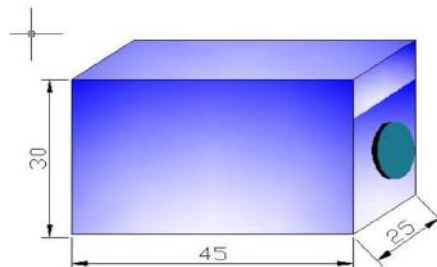
#### 1. Belitan Kawat Nikelin



Gambar 13. Belitan Kawat Nikelin

Pada gambar diatas belitan rheostat terdiri dari tiga belitan utama, yaitu sebagai pembebanan pada masing-masing fasa yang dibagi dalam 2 bagian untuk digunakan sebagai rangkaian serial untuk pengujian satu fasa yang diambil pada bagian tengah belitan . (Budiyanto, 2017)

#### 2. Rumah Rheostat



Gamabr 14. Rumah Rheostat

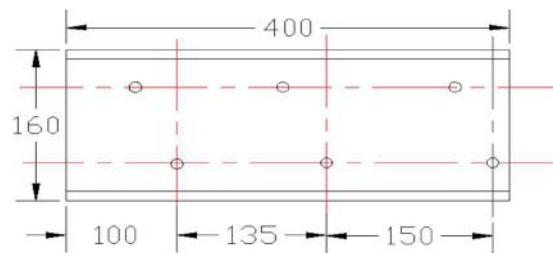
Rumah rheostat terbuat dari plat galvaris dengan ketebalan 1mm, rincian ukurannya sebagai berikut:

- a. Plat penutup bagian depan dan belakang: 25 cm x 30 cm 2 lembar
  - b. Plat penutup bagian atas dan bawah: 25 cm x 45 cm 2 lembar
  - c. Plat penutup bagian samping 45 cm x 30 cm 2 lembar
3. Pemegang Belitan Nikelin

Bagian ini digunakan untuk menempatkan belitan nikelin yang sudah terpasang dalam isolator maka diperlukan plat galvaris dengan ketebalan 2 mm, dengan ukuran sebagai berikut:

- a. Bagian pertama dengan ukuran: 400 mm x 170 mm 1 lembar
- b. Bagian kedua dengan ukuran: 240 mm x 190 mm 1 lembar

Bagian pertama merupakan plat untuk bagian dasar, seperti pada gambar berikut:



Gambar 15. Rumah Rheostat (Budiyanto, 2017)

## F. Cara Penggunaan Rheostat

Cara menggunakan rheostat yaitu sebagai berikut :

1. Menggunakan dua terminal dimana satu terminal digunakan untuk dihubungkan untuk mengakhiri arus, dan terminal yang satunya lagi digunakan untuk menggerakkan panyeka.
2. Jika rheostat menjulang atas papan cetak sirkuit dapat kita nyatakan bahwa ketika terminal tersebut telah sambung, namun salah satu terminal telah terhubung dengan terminal panyeka. Hal tersebut dilakukan untuk meningkatkan kekuatan terminal panyeka. (Rahmad, 2017)

Langkah-langkah menggunakan rheostat pada rangkaian dirumah yaitu:

1. Matikan sumber tegangan ke perangkat yang ingin dikendalikan arusnya dengan rheostat. Karena rheostat datang dalam berbagai ukuran, bisa saja menjadi sirkuit elektronik kecil atau motir besar.
2. Hubungkan satu kawat rheostat ke salah satu dari dua lead dari sumber voltase anda.
3. Hubungkan satu timbal dari perangkat listrik yang ingin dikendalikan ke arah rheostat yang lainnya.
4. Hubungkan ujung yang lainnya dari perangkat yang ingin dikendalikan ke sumber tegangan lainnya.
5. Hidupkan kembali kekuatan dari sumber tegangan.
6. Putarlah rheostat sampai perangkat anda mencapai tingkat dimana anda menginginkannya beroperasi, baik itu volume audionya, intensitas cahayanya, panasnya, kecepatan motor atau kontrol lainnya. (Asmus, 2010)

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk penggunaan pada rangkaian seri dan paralel lampu listrik yaitu sebagai berikut:

1. Hubungkan sumber tegangan dari positif dengan kabel yang ada pada terminal B pada rheostat.
2. Hubungkan rheostat ke lampu berkutub positif dari terminal A.
3. Sambungkan lampu dengan saklar.
4. Hubungkan probe positif pada amperemeter ke kutub negatif lampu, kemudian hubungkan juga probe positif di voltmeter pada kutub positif di lampu, dan juga hubungkan ground negatif pada voltmeter ke kutub negatif pada lampu dengan cara dipararelkan.
5. Selanjutnya hubungkan ground negatif pada amperemeter ke kutub negatif di sumber tegangan.
6. Terakhir, nyalakan sumber tegangan dan hidupkan saklar. Lalu geser-geser rheostat sesuai dengan kebutuhan agar lampu menyala. Sesuaikan pula terang dan redupnya cahaya pada suatu lampu.

Catatan:

- Rheostat terhubung dalam rangkaian seri dengan sirkuit dan arus yang akan bervariasi dikendalikan.
- Rheostat tidak dapat mengurangi arus di sirkuit menjadi nol (karena untuk hal itu akan memerlukan resistansi yang jauh lebih tinggi). Apabila rheostat distel pada

resistan maksimal. Amperemeter masi menunjukkan beberapa arus bahkan meski lampu tidak menyala.

Arus yang mengalir dalam rangkaian itu ditentukan oleh dua faktor, yaitu tegangan yang berasal dari baterai dan resistansi total rangkaian. Arus dapat ditingkatkan dengan mengurangi resistansi rangkaian, atau berkurang dengan meningkatkan daya tahan. Dengan memasukkan resistor atau rheostat variabel kedalam rangkaian, kita dapat memvariasikan atau mengendalikan arus sirkuit. (Avison, *The World of Physics*, 1989).

### **G. Cara Membaca Rheostat**

Sebenarnya tidak ada perbedaan yang berarti antara reostat dan potensiometer baik pada fisiknya ataupun cara kerjanya. Potensiometer memiliki tiga kaki terminal biasanya digunakan untuk mengukur tegangan (voltage) dengan menggunakan ketiga kaki terminalnya, sedangkan rheostat diunakan untuk mengendalikan arus listrik (current) dengan hanya menggunakan dua terminalnya dan pada umumnya rheostat itu digunakan untuk mengatur arus listrik yang tinggi. (Kho, 2017)

Perlu kita ketahui bahwa nilai maksimum itu merupakan nilai nominal rheostat dan akan hampir sama dengan nilai yang tertera pada badan Rheostat itu sendiri. Nilai resistansi dari rheostat pada terminal 1 dan terminal 3 akan konstan. Artinya, pergeseran wiper tidak akan berpengaruh terhadap nilai pengukurannya.

Cara membaca rheostat adalah sebagai berikut:

1. Hubungkan rheostat dengan multimeter
2. Atur multimeter ke mode Ohm dan pilih resensi tertinggi 2k ohm
3. Lalu ketuk terminal B dan terminal C lalu tahan dengan benar
4. Lalu rheostat akan mengalami perlawatan dari kontak geser, lalu akan tertulis nilai pelawanan tersebut pada LCD multimeter. (Rahmad, 2017)

### **H. Cara Merawat Rhesotat**

Cara merawat rheostat adalah menjaga alat selalu dalam keadaan kering atau tidak terkena air, baik ketika menggukan ketika praktikum ataupun setelah melakukan praktikum. (Kho, 2017). Selain itu, cara yang dapat dilakukan untuk meawat rheostat, diantaranya:



1. Dengan menggunakan potensiometer cleaner. Di toko elektronika banyak tersedia sebuah cairan yang dikhususkan untuk merawat komponen resistance ini, yang dinamakan potensiometer cleaner. Caranya, semprotkan ke bagian potensiometer sambil diputar berulang-ulang hingga keraknya atau kotorannya larut dan bersih.
2. Dengan menggunakan vaslin atau lumuri dengan minyak, tetapi jangan terlalu banyak, sedikit saja. Agar tidak berkarat jika disimpan dalam waktu yang cukup lama.
3. Jika rheostat mengalami kerusakan ringan, kita masih bisa memperbaikinya dengan cara membersihkan bagian dalamnya, yaitu dengan meneteskan minyak tanah atau obat pembersih karat lainnya.
4. Apabila kerusakan yang terjadi yaitu kelonggaran pada konektor didalam resistor kita harus membongkarnya kemudian bersihkan, asalkan karbon atau lapisan resistor didalamnya masih bagus. (Nightstalker, Hambatan Geser Atau Reostat, 2013)

## **I. Konsep Fisika Pada Rheostat**

### **1. Hukum Ohm**

Konsep fisika yang digunakan oleh rheostat adalah hukum ohm, dimana hukum ohm ini berbunyi : “besarnya kuat arus pada suatu pengantar berbanding lurus dengan beda potensial atau tegangan antara kedua ujung pengantar tersebut dan berbanding terbalik dengan tahanannya”.

Hukum Ohm menggabarkan tegangan, arus, dan tahanan yang berhubungan. George Ohm berkata bahwa jika suatu tegangan melewati sebuah tahanan bertambah nilainya maka arusnya pun akan bertambah nilainya. Hukum ini dapat dituliskan dengan rumus:

$$V=I.R$$

Keterangan:

V= tegangan ( $\Omega$ )

I= kuat arus (A)

R= tahanan (V)

Pada hukum Ohm menyatakan bahwa suatu tegangan pada material-material penghantar yang berbanding lurus terhadap arus yang melalui material dapat dinyatakan dengan  $V= I.R$  (Durbin & dkk, 2005)

### **2. Hukum Kirchoff**

Hukum kirchoff ini pertama kali dikemukakan oleh seseorang yang berasal dari Jerman, yang bernama Gustav Robert Kirchoff. Hukum ni menjelaskan tentang tegangan dan arus listrik. Hukum Kirchoff I, berbunyi:

*“Jumlah kuat arus listrik yang masuk ke suatu titik simpul sama dengan jumlah kuat arus listrik yang keluar dari titik sampul tersebut”*. (Rini, MN, & Zaki, 2016).

## J. Aplikasi teknologi Terbaru dari Rheostat

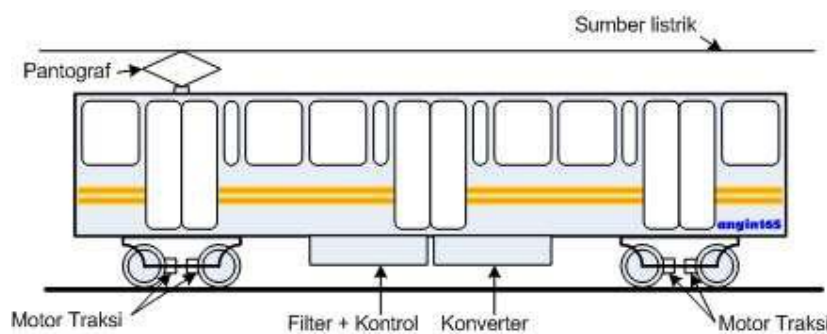
### 1. Kereta Rel Listrik

Kereta Rel Listrik merupakan salah satu alat transportasi komputer masal, yang menggunakan sistem komputer dan membutuhkan energi listrik yang cukup besar untuk sumber penggerakannya.

Arus listrik AC dan DC bisadigunakan pada Kereta Rel Listrik ini. Sumber Arus listrik DC pada umumnya dipakai sebesar 1500 Volt, dan untuk sumber arus listrik AC biasanya digunakan 25KV.

Untuk menyalurkan listrik ke kereta yang berjalan menggunakan piranti bernama pantograf. Tipe dari pantograf yaitu diamond-shaped atau single-arm, dari kedua tipe pantograf itu kita bisa mengaliri listrik diatas sumber ke konverter lalu akan di teruskan pada motor sehingga Kereta Rel Listrik bisa berjalan.

Pada kejadian ini pantograf harus selalu kontak secara kontinyu kepada konduktor dengan sumber tanpa cepat arus disamping itu pantograf harus selalu aerodinamis karena penggunaannya dengan kecepatan yang relatif tinggi secara terus-menerus.



Gambar 16. Kereta Rel Listrik (Hatta, 1998)

### 2. Sumber Listrik yang digunakan Kereta Api Listrik

Kereta rel listrik merupakan sarana transportasi komuter massal yang paling ampuh untuk mengurai masalah kemacetan di Jabodetabek. Kereta rel listrik, artinya untuk menggerakkan kereta ini diperlukan energi listrik sebagai sumber. Sangat mudah mengidentifikasi KRL, jalur KRL selalu memiliki saluran listrik di atasnya. Tentu saja berbeda dengan jalur kereta lintas Jawa, yang tidak memiliki saluran listrik di atasnya karena yang beroperasi di situ merupakan kereta rel diesel.

Sumber listrik AC dan DC bisa digunakan di KRL. Sumber aliran DC yang umum dipakai biasanya 1500 Volt, sedangkan untuk kereta super cepat bisa memakai sumber AC hingga 25 Kv. Untuk menyalurkan ke kereta yang berjalan digunakan piranti bernama pantograf. Tipe dari pantograf ada yang diamond shaped dan single-arm, kedua tipe ini memiliki fungsi sama untuk mengalihkan listrik dari sumber di atas ke konverter kemudian diteruskan ke motor, sehingga KRL berjalan. Pantograf harus bisa kontak secara kontinue dengan konduktor sumber tanpa cara arus disamping pantograf harus aerodinamis karena dipakai di kecepatan yang relatif tinggi terus-menerus. (Rahmad, 2017).

### 3. Motor yang digunakan dalam Kereta Api Listrik

Pada perkembangan awal KRL, motor DC dominan digunakan karena mudah pengaturannya. Cara klasik pengaturan KRL motor dc yaitu dengan membatasi tegangan yang masuk ke motor dc dengan menggunakan rheostat sehingga kecepatan motor dc dapat diatur. Efisiensi yang rendah akibat rheostat dan berkembangnya teknologi saklar statis (thyristor) mengakibatkan cara tersebut sudah tidak lagi dipakai. Sekarang ini untuk mengatur tegangan dc pada KRL motor dc digunakan konverter dc-dc atau sering disebut *chopper dc*. Dengan konverter dc-dc ini, pengaturan tegangan lebih mudah dan efisiensi lebih baik. Penggunaan konverter dc-dc dimulai pada KRL generasi tahun 1970. Pada motor dc, komutator, sikat dan cincin belah merupakan sesuatu yang harus ada, tetapi sayang, banyak kejadian ground fault yang terjadi ketika komutator kontak dengan sikat pada kecepatan putar yang tinggi. Hal ini termasuk salah satu yang mendasari penggunaan motor ac pada KRL

Kerugian tadi dan semakin berkembangnya teknologi saklar statis untuk rangkaian elektronika daya mengakibatkan KRL generasi selanjutnya lebih memanfaatkan motor ac daripada motor dc. Untuk menggerakkan motor ac. Apabila sumber yang digunakannya berupa sumber dc maka pengaturan kecepatan menggunakan

inverter VVVF (*variable voltage, variable frequency*), untuk mendapatkan tegangan ac tiga fasa yang bisa diubah-ubah tegangan sekaligus frekuensinya sehingga kecepatan motor ac dapat berubah-ubah. Pada kasus sumber yang dipakai adalah sumber ac satu fasa, diperlukan tambahan penyearah untuk mengubah sumber ac menjadi dc, kemudian baru diubah lagi menjadi tegangan tiga fasa menggunakan vvvf. Mengapa tampak repot dengan konfigurasi ac-dc-ac padahal sumbernya ac dan motornya ac juga? Karena pada umumnya sumber ac yang dipakai merupakan sumber satu fasa sedangkan motor ac yang digunakan adalah motor tiga fasa, sampai saat ini konversi satu fasa ke tiga fasa langsung belum bisa.

Penggunaan motor ac pun terbagi menjadi dua macam, yaitu ada KRL yang menggunakan mesin ac asinkron dan ada juga yang menggunakan mesin ac sinkron. Contoh yang terkenal dari KRL yang menggunakan mesin ac sinkron adalah TGV di Perancis. Alasan penggunaan motor ac sinkron pada TGV adalah pada saat generasi TGV pertama rilis, dengan menggunakan mesin ac sinkron, komutasi dan pemadaman thyristor dapat dilakukan secara natural. Hal tersebut akan menghilangkan rangkaian tambahan untuk memadamkan thyristor (yang harus ada apabila motor yang dipakai adalah motor ac asinkron). Alasan yang lainnya yaitu adanya peraturan berat maksimum dari bogie pada TGV. Teknologi KRL sekarang lebih banyak yang memanfaatkan mesin ac asinkron sebagai motor traksinya. (Lytle, 2017).

## Daftar Pustaka

- Asmus, R. (2010, Januari 11). *How to Use A Rheostat*. Dipetik November 11, 2017, dari Hungker: <https://www.hunker.com/12265717/how-to-use-a-rheostat>
- Avison, J. (1989). *The World of Physics*. Cheltenham: Nelson.
- Budiyanto. (2017). Karakteristik Pembebanan Generator Sinkron 3 Fasa, 1 kw, 380 Volt, 50 Hz dengan Rheostat Kawat Nikelin Kanthal. 1.
- Durbin, & dkk. (2005). *Rangkaian Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Hatta, H. (1998). Hiroshi Hata, What Drives Electric Multiple Units? *Japan Railway and Transport Review*, 1.
- Herrick, R. J. (2003). *DC/AC Circuits and Electronics*. USA: Delmar Learning.
- Kho, D. (2017, November 9). *Pengertian Rheostat dan Jenis-jenis Rheostat*. Dipetik November 10, 2017, dari Teknik Elektronika: <http://teknikelektronika.com/pengertian-rheostat-jenis-rheostat/>
- Lytle, B. (2017, September 26). Rheostat.
- Nightstalker, A. (2013, Desember 9). *Hambatan Geser Atau Reostat*. Dipetik November 10, 2017, dari Four Season News: <http://www.fourseasonnews.com/2013/12/hambatan-geser-atau-rheostat.html>
- Pradesh, A. (2015). *Rheostat*. Diambil kembali dari Physics and Radio Electronic: <http://www.physics-and-radio-electronics.com/electronic-devices-and-circuits/passive-components/resistors/rheostat.html>
- Rahmad, A. (2017). Rheostat. *SCRIBD*, 4.
- ResistorGuide.com. (2017, November 1). *Rheostat*. Dipetik November 10, 2017, dari Resistor Guide: <http://www.resistorguide.com/rheostat/>
- Rini, W., MN, F., & Zaki, N. (2016). *Rangkuman Pengetahuan Alam Lengkap*. Depok: Huta Publisher.
- Todd, C. D. (1975). *The Potentiometer Handbook*. United State of America: McGraw-Hill Book Company.
- Vecchione, G. (2005). *100 Amazing First-Prize Science Fair Projects*. New York: Sterling Publishing.

## MATERI 6: OSILOSKOP

### A. Sejarah dan Pengertian Osiloskop

Kata “osiloskop” berasal dari gabungan dua kata dari bahasa yang berbeda, yaitu “oscillare” yang berasal dari bahasa Latin yang berarti mengayun kebelakang dan kedepan, dan “skopein” yang berasal dari bahasa Yunani yang berarti untuk mengamati, bidik, memeriksa, terutama pada pengamatan yang menggunakan penglihatan dan pendengaran.

Ada beberapa penemuan penting yang menandai perkembangan osiloskop, dimana memungkinkan adanya peningkatan dari osiloskop dalam kemampuan menampilkan gelombang listrik.

TAHUN	PERKEMBANGAN
1897	Karl Ferdinand Braun menemukan tabung katoda (CRT)
Akhir 1930-an	Perusahaan asal inggris, A C Cassor menemukan dual beam oscilloscope
1946	Triggered sweep oscilloscope ditemukan oleh Howard Vollum and Jack Murdock, kemudian mendirikan perusahaan ternama Tektronix company yang kelak menjadi perusahaan terkemuka dalam memproduksi osiloskop berperforma tinggi
1963	Tektronix memperkenalkan Direct View Bistable Storage Tube (DVBST)
	Penemuan Digital storage Oscilloscope (DSO) oleh Walter LeCroy, yang kemudian mendirikan perusahaan ternama LeCroy Corporation.

Osiloskop adalah alat ukur besaran listrik yang dapat memetakan sinyal listrik. Dengan menggunakan osiloskop kita dapat mengetahui besaran-besaran pada sinyal listrik seperti tegangan, frekuensi, periode dan bentuk sinyal dari objek yang diukur. Dengan osiloskop kita dapat membedakan gelombang AC dan gelombang DC. (G, 2011, hal. 1)

Osiloskop merupakan alat elektronik, yang digunakan untuk melihat bentuk gelombang, menganalisis gelombang dan fenomena lain dalam rangkaian elektronika. Dengan osiloskop dapat melihat Amplitudo tegangan dan gelombang kotak. Oleh karena itu harga rata-rata, puncak, RMS (Root Mean Square), maupun harga puncak ke puncak

$V_{p-p}$  dari twgangan dapat kita ukur. Selain itu juga hubungan frekuensi dan phasa antara dua gelombang juga dapat dibandingkan. (Waluyanti, 2008)

Osiloskop memungkinkan tegangan sinyal ditampilkan pada layar berformat dua dimensi, dengan detail yang sangat tinggi. Alat ini banyak digunakan oleh para engineer untuk pengamatan sirkuit dan gelombang, dan telah menjadi salah satu instrumen yang turut berkontribusi memicu rentetan berbagai penemuan-penemuan teknologi.

Osiloskop merupakan alat ukur dimana bentuk gelombang sinyal listrik yang diukur akan tergambar pada layer tabung sinar katoda.

## B. Bagian-bagian Osiloskop

No	Bagian-bagian osiloskop	Fungsi
1	Tombol ON/OFF	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menghidupkan dan mematikan osiloskop</li> </ul>
2	Lampu Indikator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indikasi osiloskop dalam keadaan ON (lampu hidup) atau OFF (lampu mati)</li> </ul>
3	Rotasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk posisi ternuka pada posisi horisontal.</li> </ul>
4	Intensitas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk pengaturan kecerahan tampilan bentuk gelombang agar mudah dilihat.</li> </ul>
5	Fokus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk mengatur bentuk gelombang agar tidak kabur.</li> </ul>
6	CAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk kalibrasi puncak ke puncak (<math>V_{p-p}</math>) atau tegangan puncak ke puncak.</li> </ul>
7	Posisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengatur posisi vertikal (masing-masing saluran)</li> </ul>
8	INV (invert)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saat tombol INV terjaga, sinyal input yang bersangkutan akan dibalik</li> </ul>
9	Sakelar VOLT/DIV	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk memilih besarnya tegangan per sentimeter (Volt/Div) pada layar osiloskop</li> </ul>
10	Variable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk mengatur kepekaan (sensitivitas) arah vertikal pada saluran atau saluran yang bersangkutan</li> <li>Untuk kalibrasi osiloskop</li> </ul>
11	AC-DC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk memilih besaran yang diukur (AC/DC)</li> <li>Mengatur fungsi kapasitor kopling di terminal masukan osiloskop. Jika tombol pada posisi AC maka pada terminal masukan diberi kapasitor kopling sehingga hanya melewatkan komponen AC dari sinyal masukan. Namun jika tombol diletakan di posisi DC maka sinyal akan terukur dengan komponen DC-nya dikutsertakan.</li> </ul>

No	Bagian-bagian osiloskop	Fungsi
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posisi AC= untuk mengukur AC, objek DC tidak bisa diukur melalui posisi ini. Karena signal DC akan terblokir oleh kapasitor.</li> <li>• Posisi DC= untuk mengukur tegangan DC dan masukan-masukan yang lain.</li> </ul>
12	GND	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maka terminal input akan terbuka, input yang bersumber dari penguatan internal osiloskop akan ditanahkan (grounded)</li> </ul>
13	Input vertikal CH-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input vertikal untuk saluran 1</li> </ul>
14	Input vertikal CH-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input vertikal untuk saluran 2</li> </ul>
15	Sakelar mode	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CH1= untuk melihat bentuk gelombang saluran 1</li> <li>• CH2= untuk melihat bentuk gelombang saluran 2</li> <li>• Dual= untuk melihat bentuk gelombang saluran 1 dan saluran 2 secara bersamaan</li> <li>• ADD= untuk menjumlahkan kedua masukan secara aljabar. Hasil penjumlahan akan menjadi satu garis bentuk gelombang pada layar</li> </ul>
16	x10 MAG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembesaran frakuensi hingga 10 kali lipat</li> </ul>
17	Posisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk penyetelan tampilan kanan-kiri pada layar</li> </ul>
18	XY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input saluran 1 akan menjadi Axis X</li> <li>• Input saluran 2 akan menjadi Axis Y</li> </ul>
19	Sakelar Time/Div	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk memilih skala waktu dari suatu priode atau per satu kotak cm pada layar osiloskop</li> </ul>
20	Tombol CAL (time/Dive)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk kalibrasi Time/Div</li> </ul>
21	Variable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk mengatur kepekaan ( sensitivitas) pada bagian horisontal Time/Div</li> </ul>
22	GND	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konektor yang terhubung ke Ground (tanah)</li> </ul>
23	Tombol CHOP dan ALT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CHOP= menggunakan potongan dari saluran 1 dan saluran 2</li> <li>• ALT= menggunakan saluran 1 dan saluran 2 secara bergantian</li> </ul>
24	HOLD OFF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendinginkan gambar pada layar osiloskop</li> </ul>
25	LEVEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengatur gambar yang timbul menjadi diam atau tidak bergerak</li> </ul>



No	Bagian-bagian osiloskop	Fungsi
26	Tombol Norm dan Auto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk memilih normal atau auto</li> </ul>
27	Tombol lock	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk mengunci tampilan</li> </ul>
28	Sakelar coupling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mrnunjukan hubungan dengan sinyal searah (DC) atau bolak alik (AC)</li> </ul>
29	Sakelar source	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyesuai pemilihan sinyal</li> </ul>
30	Trigger ALT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>
31	Lereng	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>
32	EXT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trigger yang terdiri dari rangkaian luar osiloskop</li> </ul>
A	Layar Osiloskop	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>
B	Trace	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garis yang digambarkan o-siloskop yang berupa sinyal</li> </ul>
C	Garis Grid Horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>
D	Garis Grid Vertikal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>
E	Garis tengah horizontal dan vertikal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>

### C. Jenis-jenis Osiloskop

#### 1. Osiloskop Analog

Osiloskop analog menggunakan tegangan yang diukur untuk menggerakkan berkas electron dalam tabung sesuai bentuk gambar yang diukur. Bentuk gelombang hasil pengukuran akan ditampilkan oleh osiloskop.

Osiloskop tipe waktu nyata analog (ART) menggambar bentuk-bentuk gelombang listrik dengan melauai gerakan elektron (electron beam) dalam sebuah tabung sinar katoda (CRT- Cathode Ray Tube), frekuensi maksimum yang dapat dilihat oleh osiloskop analog adalah 1 Hz (Gunawan, 2011).



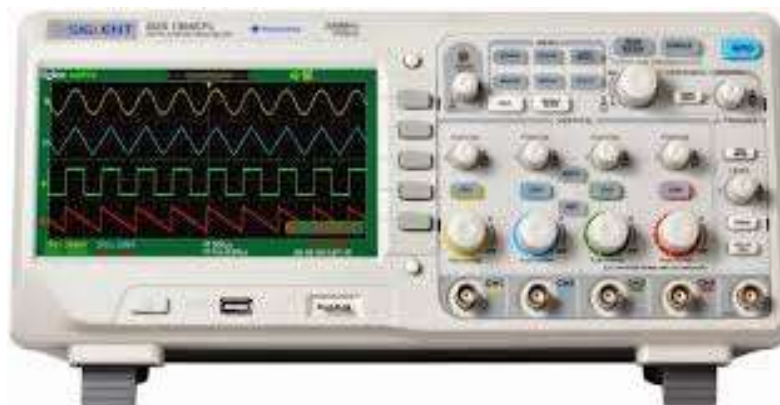
Gambar 2 Osiloskop Analog

## 2. Osiloskop digital

Osiloskop digital mencuplik bentuk gelombang yang diukur dengan menggunakan ADC (Analog to Digital Converter) untuk mengubah besaran tegangan yang dicuplik menjadi besaran digital.

Dalam osiloskop digital, gelombang yang akan ditampilkan lebih dulu dicuplik dan didigitalisasikan. Osiloskop kemudian menyimpan nilai-nilai tegangan ini bersama-sama dengan nilai skala waktu gelombangnya di memori. Dalam prinsipnya, osiloskop digital hanya mencuplik dan menyimpan demikian banyak nilai dan kemudian berhenti. Ia mengulang proses ini lagi dan lagi sampai dihentikan (Gunawan, 2011).

Osiloskop digital juga memiliki batasan pada frekuensi operasi dan kemampuan kerja, tergantung pada jenis-jenisnya. Dua faktor utama yang menentukan frekuensi operasi; yakni bandwidth analog dari bagian front-end yang sering disebut sebagai titik - 3 dB, dan *sample rate* yang diambil secara teratur (semakin tinggi *sample rate*, semakin tinggi frekuensi yang dapat dilihat pada layar) (Gunawan, 2011).



Gambar 2 Osiloskop Digital

Osiloskop digital dimasukan kedalam tiga kategori utama:

a. Osiloskop Penyimpanan Digital

Osiloskop penyimpanan digital atau *Digital Storage Oscilloscope* (DSO) adalah bentuk konvensional dari osiloskop digital. Menggunakan layar jenis raster seperti yang digunakan pada layar komputer, sehingga dapat menampilkan gambar dan unsur-unsur tambahan selain bentuk gelombang.

DSO secara luas digunakan untuk banyak aplikasi dikarenakan keunggulannya yang dapat menangkap, menyimpan dan memanipulasi bentuk gelombang sesuai dengan kebutuhan. Salah satunya digunakan untuk mengamati peristiwa transien (terjadi seketika), yang tidak bisa dilakukan oleh osiloskop analog (Muhammad, 2012).

b. Osiloskop Digital Fosfor

*Digital Fosfor Oscilloscope* (DPO) merupakan jenis osiloskop yang dikenalkan oleh Tektronix pada bulan juni 1998. Berbeda dengan DSO yang menggunakan arsitektur pemrosesan serial, DPO dirancang dengan pemrosesan paralel yang memungkinkan untuk menangkap peristiwa sementara (transien) namun tetap mempertahankan bandwidth yang besar.

Walaupun menggunakan istilah fosfor, tapi osiloskop ini tidak menggunakan fosfor seperti halnya osiloskop analog, DPO murni bekerja secara elektronik. Adapun maksud dari penamaannya karena osiloskop digital jenis ini karena seolah-olah bisa menampilkan gelombang real time seperti layaknya osiloskop analog (Muhammad, 2012).

c. Osiloskop Sampling Digital

*Digital Sampling Oscilloscope* (DSO) merupakan jenis osiloskop yang dirancang untuk beroperasi pada frekuensi yang sangat tinggi, khususnya untuk pengamatan gelombang atau signal dengan repetisi yang sangat tinggi dengan operasi kerja hingga 50GHz, bahkan lebih (Muhammad, 2012).

#### **D. Manfaat dan Fungsi Osiloskop**

Manfaat dan fungsi osiloskop secara umum adalah untuk menganalisa tingkah laku besaran yang berubah-ubah terhadap waktu yang ditampilkan pada layar. Dengan osiloskop ini kita dapat mengetahui frekuensi, periode, dan tegangan dari sinyal yang

sedang kita amati. Dengan sedikit penyetelan kita juga dapat mengetahui beda fasa antara sinyal masukan dan sinyal keluaran. Ada beberapa kegunaan osiloskop, antara lain:

- Mengukur besar tegangan listrik dan hubungannya terhadap waktu
- Mengukur frekuensi sinyal yang beresilasi
- Mengecek jalannya suatu sinyal pada sebuah rangkaian listrik
- Membedakan arus AC dengan arus DC
- Mengecek noise pada sebuah rangkaian listrik dan hubungannya terhadap waktu

Osiloskop terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian display dan bagian panel kontrol. Display merupakan layar yang menyerupai layar televisi hanya saja tidak berwarna warni dan berfungsi untuk menampilkan sinyal uji. Pada layar ini terdapat garis-garis yang melintang secara vertikal dan horizontal yang membentuk kotak-kotak yang disebut Div. Arah horizontal mewakili waktu sedangkan arah vertikal mewakili tegangan (Gunawan, 2011).

Pada umumnya osiloskop terdiri dari dua kanal yang dapat digunakan untuk melihat sinyal yang berlainan, yaitu kanal satu untuk melihat sinyal masukan dan kanal dua untuk melihat kanal keluaran (Gunawan, 2011).

Ada beberapa jenis tegangan gelombang yang ditampilkan pada layar osiloskop:

1. Gelombang sinusoida
2. Gelombang blok
3. Gelombang gigi gergaji
4. Gelombang segitiga

### **E. Cara Menggunakan Osiloskop**

Sebelum osiloskop bisa dipakai untuk melihat sinyal maka osiloskop perlu disetel dulu agar tidak terjadi kesalahan fatal dalam pengukuran. Langkah awal pemakaian yaitu pengkalibrasian. Yang pertama kali harus muncul di layar adalah garis lurus mendatar jika tidak ada sinyal masukan. Yang perlu disetel adalah fokus, intensitas, kemiringan, x position, dan y position. Dengan menggunakan tegangan referensi yang terdapat di osiloskop maka kita bisa melakukan pengkalibrasian sederhana. Ada dua tegangan referensi yang bisa dijadikan acuan yaitu tegangan persegi 2 Vpp dan 0.2 Vpp dengan frekuensi 1 KHz. Setelah probe dikalibrasi maka dengan menempelkan probe pada terminal tegangan acuan maka akan muncul tegangan persegi pada layar. Jika yang dijadikan acuan adalah tegangan 2 Vpp maka pada posisi 1 volt/div (satu kotak vertikal mewakili tegangan 1 volt) harus terdapat nilai

tegangan dari puncak ke puncak sebanyak dua kotak dan untuk time/div 1 ms/div (satu kotak horizontal mewakili waktu 1 ms) harus terdapat satu gelombang untuk satu kotak. Jika masih belum tepat maka perlu disetel dengan potensio yang terdapat di tengah-tengah knob pengganti Volt/div dan time/div. Atau kalau pada gambar osiloskop diatas berupa potensio dengan label "var". Pada saat menggunakan osiloskop juga perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Memastikan alat yang diukur dan osiloskop ditanahkan (digroundkan), disamping untuk keamanan, hal ini juga untuk mengurangi suara dari frekuensi radio atau jala-jala.
- b. Memastikan probe dalam keadaan baik.
- c. Kalibrasi tampilan bisa dilakukan dengan panel kontrol yang ada di osiloskop.
- d. Tentukan skala sumbu Y (tegangan) dengan mengatur posisi tombol Volt/Div pada posisi tertentu. Jika sinyal masukannya diperkirakan cukup besar, gunakan skala Volt/Div yang besar. Jika sulit memperkirakan besarnya tegangan masukan, gunakan attenuator 10 x (peredam sinyal) pada probe atau skala Volt/Div dipasang pada posisi paling besar.
- e. Tentukan skala Time/Div untuk mengatur tampilan frekuensi sinyal masukan.
- f. Gunakan tombol Trigger atau hold-off untuk memperoleh sinyal keluaran yang stabil.
- g. Gunakan tombol pengatur fokus jika gambarnya kurang fokus.
- h. Gunakan tombol pengatur intensitas jika gambarnya sangat/kurang terang (Muhammad, 2012).

#### **F. Prinsip Kerja dari Osiloskop**

Prinsip kerja osiloskop yaitu menggunakan layar katoda. Dalam osiloskop terdapat tabung panjang yang disebut tabung sinar katode atau *Cathode Ray Tube (CRT)*. Secara prinsip kerjanya ada dua tipe osiloskop, yakni tipe analog (ART - analog real time oscilloscope) dan tipe digital (DSO-digital storage oscilloscope), masing-masing memiliki kelebihan dan keterbatasan. Para insinyur, teknisi maupun praktisi yang bekerja di laboratorium perlu mencermati karakter masing-masing agar dapat memilih dengan tepat osiloskop mana yang sebaiknya digunakan dalam kasus-kasus tertentu yang berkaitan dengan rangkaian elektronik yang sedang diperiksa atau diuji kinerjanya (Muhammad, 2012).

## 1. Osiloskop Analog

Osiloskop analog menggunakan tegangan yang diukur untuk menggerakkan berkas electron dalam tabung sesuai bentuk gambar yang diukur. Pada layar osiloskop langsung ditampilkan bentuk gelombang tersebut. Osiloskop tipe waktu nyata analog (ART) menggambar bentuk-bentuk gelombang listrik dengan melalui gerakan pancaran elektron (electron beam) dalam sebuah tabung sinar katoda (CRT -cathode ray tube) dari kiri ke kanan. Osiloskop analog pada prinsipnya memiliki keunggulan seperti; harganya relatif lebih murah daripada osiloskop digital, sifatnya yang realtime dan pengaturannya yang mudah dilakukan karena tidak ada tundaan antara gelombang yang sedang dilihat dengan peragaan di layar, serta mampu meragakan bentuk yang lebih baik seperti yang diharapkan untuk melihat gelombang-gelombang yang kompleks, misalnya sinyal video di TV dan sinyal RF yang dimodulasi amplitudo. Keterbatasannya adalah tidak dapat menangkap bagian gelombang sebelum terjadinya event picu serta adanya kedipan (flicker) pada layar untuk gelombang yang frekuensinya rendah (sekitar 10-20 Hz). Keterbatasan osiloskop analog tersebut dapat diatasi oleh osiloskop digital (Muhammad, 2012).

## 2. Osiloskop Digital

Osiloskop digital mencuplik bentuk gelombang yang diukur dan dengan menggunakan ADC (Analog to Digital Converter) untuk mengubah besaran tegangan yang dicuplik menjadi besaran digital. Dalam osiloskop digital, gelombang yang akan ditampilkan lebih dulu disampling (dicuplik) dan didigitalisasikan. Osiloskop kemudian menyimpan nilai-nilai tegangan ini bersama sama dengan skala waktu gelombangnya di memori. Pada prinsipnya, osiloskop digital hanya mencuplik dan menyimpan demikian banyak nilai dan kemudian berhenti. Ia mengulang proses ini lagi dan lagi sampai dihentikan. Beberapa DSO memungkinkan untuk memilih jumlah cuplikan yang disimpan dalam memori per akuisisi (pengambilan) gelombang yang akan diukur. Osiloskop digital memberikan kemampuan ekstensif, kemudahan tugas-tugas akuisisi gelombang dan pengukurannya. Penyimpanan gelombang membantu para insinyur dan teknisi dapat menangkap dan menganalisa aktivitas sinyal yang penting. Jika kemampuan teknik pemicuannya tinggi secara efisien dapat menemukan adanya keanehan atau kondisi-kondisi khusus dari gelombang yang sedang diukur (Muhammad, 2012).

## G. Konsep Fisika Osiloskop

### 1. Konsep Tumbukan

Konsep fisika dari osiloskop tidak bisa dilepaskan dari fisika modern. Pada prinsipnya berkas elektron terdapat pada tabung katoda yang sangat vakum. Ketika elektron-elektron dipanaskan secara tidak langsung dan elektron-elektron menguap dari permukaannya. Penguapan elektron tersebut disebut sinar-sinar katoda. Sinar-sinar katoda mengalami percepatan yang dikendalikan oleh medan magnet pada saat melewati sepasang pelat defleksi yang diberi tegangan listrik (Zemansky, 1986, hal. 618). Setelah itu elektron-elektron tersebut menumbuk bagian belakang layar yang telah terfosforisasi. Sangat jelas dari peristiwa tersebut terdapat konsep tumbukan. Tumbukan yang terjadi adalah antara elektron dan bagian belakang layar.

Ketika bagian belakang layar yang dilapisi fosfor ditumbuk oleh elektron, maka senyawa fosfor akan berpendar. Tumbukan yang terjadi pada peristiwa tersebut adalah tumbukan lentingan sebagian.

Persamaan Tumbukan:

$$p_e + p_f = p'_e + p'_f$$
$$m_e v_e + m_f v_f = m'_e v'_e + m'_f v'_f$$

Dimana  $v_f$  memiliki nilai nol karena pada posisi diam dan  $p'_f$  memiliki nilai negatif karena arahnya berlawanan dengan  $p'_e$ .

$$m_e v_e = m'_e v'_e - m'_f v'_f$$

Tumbukan lenting sebagian terjadi pada dua benda yang memiliki nilai restitusi  $0 < e < 1$ . Pada tumbukan lenting sebagian berlaku hukum kekekalan momentum namun tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik (Ade Yeti Nuryantini, 2017, hal. 101).

### 2. Konsep Gelombang

Osiloskop dapat digunakan untuk mengamati bentuk gelombang dari tegangan listrik yang terdapat pada suatu rangkaian. Dengan begitu osiloskop pun dapat menentukan besar dari frekuensi, periode, maupun amplitudo dari tegangan yang dipetakan dalam bentuk gelombang. Terdapat dua jenis gelombang yang digambarkan oleh osiloskop yaitu gelombang sinus dan gelombang pulsa (Kularatna, 2003, hal. 165)

Pada gelombang dapat diketahui beberapa besaran seperti frekuensi periode.

$$\text{Frekuensi: } f = \frac{n}{t}$$

Dimana frekuensi adalah waktu yang diperlukan untuk satu gelombang berlangsung.

$$\text{Periode: } T = \frac{1}{f}$$

Dimana periode adalah banyaknya gelombang yang terjadi pada satu satuan waktu.

## H. Cara Pembacaan Hasil Pengukuran dengan Osiloskop

Osiloskop pada dasarnya dapat digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur besar tegangan AC dan Frekuensinya dengan menampilkan bentuk gelombang dari pengukuran tersebut. tegangan AC yang diukur akan menampilkan bentuk gelombang sinus yang kemudian gelombang sinus tersebut kita hitung frekuensinya berdasarkan periode gelombang yang di tampilkan.

### a. Mengukur tegangan AC dengan Osiloskop

Tegangan AC (Alternating Current) sering dikenal dengan Tegangan Bolak Balik merupakan listrik yang arah arusnya selalu berubah-ubah atau bolak-balik. Pada umumnya tegangan AC berbentuk gelombang sinus. Dengan menggunakan osiloskop, kita dapat mengukur tegangan AC tersebut dan dapat melihat tampilan gelombang AC-nya.

Sebelum melakukan pengukuran tegangan AC pada Osiloskop, lakukan persiapan untuk mengatur berikut ini :

- a) ON-kan Osiloskop.
- b) Sakelar TIME/DIV diputar ke 5msec (5 mili detik)
- c) Sakelar Volt atau DIV diputar ke 5 volt (artinya 1 kotak atau 1 Div pada layar Osiloskop adalah 5 Volt)
- d) Pasangkan probe pada terminal yang akan diukur.
- e) Hitung tegangan AC berdasarkan gelombang yang ditampilkan.

Contoh seperti gelombang berikut ini :

- f) Tegangan puncak adalah 2 kotak atau 2 DIV, Sakelar VOLT/DIV yang kita setting adalah 5 Volt maka hasil perhitungannya adalah 10 Volt ( 2 DIV x 5 Volt = 10 Volt)



g) Sedangkan tegangan puncaknya adalah 20 Volt dengan perhitungan sebagai berikut :

$$(4 \text{ DIV} \times 5 \text{ Volt} = 20 \text{ Volt})$$

b. Mengukur Frekuensi dengan Osiloskop

Pada dasarnya frekuensi adalah jumlah siklus gelombang dalam satu detik yang biasanya dilambangkan dengan “ $f$ ”. Satuan dari frekuensi ini adalah Hertz (Hz). Untuk mengukur frekuensi pada osiloskop, kita perlu mengetahui perioda sebuah gelombang sinus dengan cara melihat layar pada osiloskop. Yang dimaksud perioda adalah waktu yang dibutuhkan satu siklus pengulangan secara lengkap. Perioda biasanya dilambangkan dengan “ $T$ ”, satuan perioda adalah detik (second). Dari gelombang sinus yang ditampilkan pada layar Osiloskop.

Rumus Menghitung Frekuensi :

$$f = \frac{1}{T}$$

Dimana :

$f$  = Frekuensi (Hz)

$T$  = Periode (Second)

Cara perhitungan periode ( $T$ ) adalah mengalikan jumlah divisi satu siklus gelombang dengan nilai waktu yang di setting pada sakelar TIME/DIV.

$$f = \frac{1}{(5ms \times 4 Div)}$$

$$f = \frac{1}{20ms(\text{harus di konversi ke second})}$$

$$f = \frac{1}{0,02 s}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

## I. Cara Perawatan dari Osiloskop

Hal yang wajib terkait dengan perawatan osiloskop adalah menggunakan osiloskop dengan sebagaimana mestinya (mengetahui batas-batas kemampuan) dan dengan prosedur yang benar. Perawatan osiloskop tidak terlepas dari menjaganya agar aman (bagi pemakai dan alat), terhindar dari kerusakan, tetap akurat dan memiliki usia pemakaian yang lebih lama (sumarna, 2013, hal. 8), maka hal-hal perlu dilakukan adalah:

1. Jangan biarkan osiloskop set tinggi kecerahan untuk interval panjang. Titik terang atau garis kiri dalam satu posisi bisa permanen membakar layar.
2. Jangan menggunakannya ketika casingnya terbuka.
3. Biarkan lubang ventilasi terbuka, pastikan sirkulasi udara ventilasi osiloskop tersebut lancar. (sumarna, 2013, hal. 8)
4. Jangan menghubungkan probe osiloskop dengan bagian yang panas.
5. Jangan menerapkan tegangan yang berlebihan pada lingkungannya masukan jack batas voltase jelas tercantum dalam manual pengoperasian dan biasanya pada lingkup itu sendiri. (Circle, 2001, hal. 3)
6. Sambungkan klop ground dari probe lingkup hanya ketanah atau diisolasi umum di peralatan yang sedang diuji.
7. Dalam penggunaannya, ground pada probe harus selalu dekat dengan titik yang diukur/didekteksi (agar terhindar dari efek looping). (sumarna, 2013, hal. 8)
8. Selalu memeriksa trace rotation,probe, dan ketetapan kalibrasi dengan cara yang benar.
9. Jauhkan jarak jauh dari cahaya matahari lngsung, suhu tinggi/kelembaban, getaran mekanis, suara listrik dan kuat medan magnet. (Circle, 2001, hal. 3)

#### **J. Aplikasi Teknologi Terbaru dari Osiloskop**

Aplikasi teknologi terbaru dari osiloskop salah satunya yaitu dalam dunia medis yakni alat untuk mendeteksi detak jantung yang disebut elektrokardiograf. Elektrokardiograf ini digunakan untuk mendeteksi detak jantung seseorang. Aktivitas listrik jantung dapat diukur dengan mudah menggunakan elektrokardiograf (hasil terekam disebut elektrokardiogram). Elektrokardiogram digunakan untuk membantu mendiagnostik di rumah sakit, karena ukuran, frekuensi dan durasi gelombang normal yang terbentuk adalah konstan pada orang sehat. Elektrokardiogram (EKG) merupakan rekaman grafik potensial-potensial listrik yang ditimbulkan oleh jaringan jantung. Jantung merupakan otot tubuh yang bersifat unik karena mempunyai sifat membentuk impuls secara otomatis dan berkontraksi ritmis. Pembentukan impuls listrik terjadi pada sistem penghantar jantung. Pembentukan dan hantaran impuls listrik ini menimbulkan arus listrik yang lemah yang menyebar melalui tubuh. Dimana kita ketahui bahwa arus listrik adalah banyaknya muatan yang mengalir dalam sebuah penghantar tiap satuan waktu. Sedangkan beda

potensial antara ujung-ujung penghantar dikenal dengan tegangan listrik. Hubungan arus dan tegangan dalam sebuah penghantar dinyatakan dalam persamaan yang dikenal dengan hukum Ohm. Jika suatu hambatan listrik diberi beda potensial  $V$  sehingga padanya mengalir arus listrik sebesar  $I$  maka daya listrik. (Budi, 2010)

Konsep fisika yang diterapkan pada alat ini adalah hukum I kirchoff, dimana hukum I kirchoff tersebut sebenarnya tidak lain sebutannya dengan hukum kekekalan muatan listrik seperti tampak dalam analogi seperti berikut:

a) Kirchoff Current Law (KCL)

Dalam suatu percabangan, jumlah arus yang masuk sama dengan jumlah arus yang keluar.

b) Kirchoff Voltage Law (KVL)

Dalam suatu rangkaian tertutup (Loop) jumlah seluruh beda potensial sama dengan 0 (Akhmad, 2011).

### Daftar Pustaka

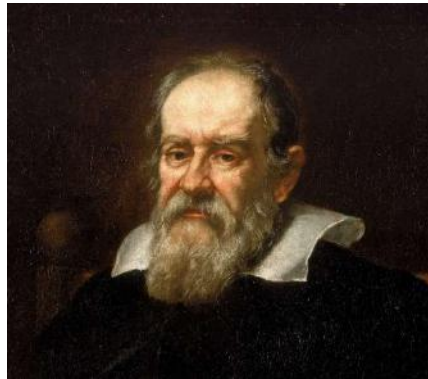
- Ade Yeti Nuryantini, E. C. (2017). *Catatan Kuliah Fisika Dasar 1* (1 ed.). Bandung: UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Akhmad, A. M. (2011). *Hubungan Fisika dengan Elektrokardiograf (EKG) Sebagai Alat Bantu Diagnostik dalam Medis*. Jember: Study Pharma.
- Anonim. (2001). *Osiloskop*. Dipetik November Minggu, 2017, dari Osiloskop Pdf: <http://file.upi.edu>
- Budi, D. S. (2010). *Pedoman Praktis Interpretasi EKG*. Jakarta: EGC.
- Circle, S. (2001). OSCILLOSCOPE. [http://www.pedromejias.com/pdf/BK\\_PRECISION\\_OSCILLOSCOPE\\_GUIDEBOOK.pdf](http://www.pedromejias.com/pdf/BK_PRECISION_OSCILLOSCOPE_GUIDEBOOK.pdf), 3.
- G, P. N. (2011). OSILOSKOP. *Tugas Osiloskop*, 1.
- Goldman, M. J., & Goldschlager, N. (1995). *Goldman Elektrokardiografi*. Jakarta: Widya Medika.
- Gunawan, P. N. (2011). *Makalah Pengukuran Listrik Osiloskop*. Aceh: Teknik ELEKTRO-UNHAS.
- Henri. (2011). *Pengukuran Osiloskop pdf*. Dipetik November Minggu, 2017, dari Pengukuran Osiloskop pdf: <http://web.ipb.ac.id>
- Kularatna, N. (2003). *"Fundamentals of Oscilloscopes", Digital and Analogue Instrumentation: Testing and Measurement*. United Kingdom: MPG Books Limited.
- Muhammad, F. (2012). *Osiloskop*. Jakarta: mercubuana university.

- Soenarto, & dkk. (2002). *Manajemen Perawatan Preventif Sarana dan Prasarana Pendidikan*. Jakarta: Depdiknas.
- sumarna. (2013, maret). perawatan multimeter dan osiloskop (cro). *perawatan-multimeter-dan-osiloskop(cro).pdf*, 8.
- Tooley, M. (2002). *Prinsip dan Aplikasi Rangkaian Elektronika edisi kedua*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Waluyanti, S. (2008). *Alat Ukur Dan Teknik Pengukuran*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Zemansky, S. (1986). *Fisika Universitas 2 Listrik Magnet (2 ed.)*. Bandung: Binacipta.

## **MATERI 7: TERMOMETER**

### **A. Sejarah dan Pengertian Termometer**

Pembuatan termometer pertama kali dipelopori oleh Galileo Galilei (1564 – 1642) pada tahun 1595. Alat tersebut disebut dengan termoskop yang berupa labu kosong yang dilengkapi pipa panjang dengan ujung pipa terbuka. Mula-mula dipanaskan sehingga udara dalam labu mengembang. Ujung pipa yang terbuka kemudian dicelupkan kedalam cairan berwarna. Ketika udara dalam tabu menyusut, zat cair masuk kedalam pipa tetapi tidak sampai labu. Beginilah cara kerja termoskop. Untuk suhu yang berbeda, tinggi kolom zat cair di dalam pipa juga berbeda. Tinggi kolom ini digunakan untuk menentukan suhu. Prinsip kerja termometer buatan Galileo berdasarkan pada perubahan volume gas dalam labu. Tetapi dimasa ini termometer yang sering digunakan terbuat dari bahan cair misalnya raksa dan alkhohol. Prinsip yang digunakan adalah pemuaian zat cair ketika terjadi peningkatan suhu benda (Satria, 2015, p. 6)



Gambar 1. Galileo Galilei

Termometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), dan perubahan suhu. Istilah termometer berasal dari bahasa latin thermo yang berarti suhu dan meter yang berarti mengukur. Suhu adalah sifat yang menentukan apakah sistem setimbang termal dengan sistem lain atau tidak bila dua sistem atau lebih dalam setimbang termal dengan sistem lain atau tidak, bila dua sitem atau lebih dalam setimbang termal maka sistem ini dikatakan mempunyai suhu yang sama. Suhu menunjukkan derajat panas suatu benda. Mudahnya, semakin tinggi suatu benda, semakin panas benda tersebut, sebaliknya semakin rendah suatu benda semakin dingin benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suhu benda masing – masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan ditempat berupa getaran. (Freedman & Young, 1999)

Konsep suhu (temperature) berasal dari ide dan kualitatif panas dan dingin yang berdasarkan pada indera sentuhan kita. Suatu benda yang terasa panas umumnya memiliki suhu yang lebih tinggi dari pada benda serupa yang lebih dingin. Hal ini tidak cukup jelas, dan indera dapat dikelabui. Tetapi banyak sifat benda yang dapat diukur tergantung kepada suhu. Maka dari itu alat untuk mengukur suhu adalah termometer. (Freedman & Young, 1999, hal. 57)

## B. Bagian – bagian Termometer



Gambar 2. Bagian-bagian thermometer

1. Titik tetap atas yaitu titik uap atau titik didih
2. Titik tetap bawah yaitu titik beku
3. Skala suhu
4. Tandon (resevoir) zat cair
5. Zat cair termometer ( raksa atau alkohol )

## C. Jenis – jenis Termometer

Termometer telah dibuat dalam berbagai jenis. Jenis – jenis tersebut disesuaikan dengan kegunaan masing – masing. Juga jangkauan pengukuran 1 termometer dengan termometer lainnya berbeda, sesuai dengan dimana termometer itu akan digunakan. Berikut beberapa jenis termometer (Abdullah , 2016):

### 1. Termometer Digital

Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu badan. Termometer ini hanya berjangkauan sekitar 30°C - 50°C. Penyebabnya adalah tidak ada manusia yang memiliki suhu badan dibawah 30°C dan diatas 50°C.



Gambar 2. Termometer Digital

## 2. Termometer Laboratorium

Biasanya termometer ini memiliki suhu antara  $0^{\circ}\text{C}$  –  $100^{\circ}\text{C}$  sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu dari es mencair sampai air mendidih. Contoh dalam percobaan sederhana dilaboratorium sekolah, suhu yang digunakan biasanya diantara  $0^{\circ}\text{C}$  –  $100^{\circ}\text{C}$



Gambar 3. Termometer Laboratorium

## 3. Termometer Bimetal

Termometer ini jangkauan suhu terbesar yang dapat diukur adalah 600 F. Termometer ini digunakan untuk mengukur suhu tungku.



Gambar 4. Termometer Bimetal

## 4. Termometer Elektromagnetik

Termometer ini digunakan untuk pengukuran suhu benda yang sangat tinggi tanpa sentuhan langsung. Dilakukan dengan memanfaatkan sifat gelombang elektromagnetik. Yang dipancarkan benda yang panas. Warna cahaya yang dipancarkan benda panas

tergantung pada suhu benda. Jadi, dengan mengukur warna cahaya yang dipancarkan benda tersebut maka suhu benda dapat ditentukan (Abdullah , 2016, hal. 831-833)



Gambar 5. Termometer Elektromagnetik

Berikut beberapa termometer menurut Werlin S. Nainggolan dalam buku yang berjudul *Thermodynamika* :

1. Termometer Tahanan Listrik

Bila temperature suatu pengantar berubah maka tahanan listrik pengantar tersebut akan berubah. Prinsip ini dipakai untuk mengukur suhu (temperatur). Daerah pengukuran dari  $30^{\circ}\text{C}$  –  $1000^{\circ}\text{C}$ , pada daerah platinum hampir suatu fungsi kuadrat dari suhu (temperature) platinum (Nainggolan, 1987, pp. 5-6).

2. Termometer Gas Volume Konstan

Prinsip yang dipakai pada jenis termometer ini adalah prinsip pemuaian gas yang dipanasi (Nainggolan, 1987, p. 6).

3. Termocouple

Bila dua ujung – ujung logam yang berlainan jenis dipersambungkan (disolder) dan pada dua ujung lain diberi perbedaan temperatur, maka pada rangkaian sambungan akan timbul gaya gerak listrik (Nainggolan, 1987, p. 7).

4. Termometer Cairan

Pada jenis termometer ini dipakai prinsip cairan yang mengembang bila mendapat pemanasan. Jenis termometer ini hanya untuk daerah pengukuran rendah (Nainggolan, 1987, pp. 7-8).



## **D. Skala Termometer**

### **1. Skala Celcius**

Pada skala Celcius, keadaan ekstrim pertama, yaitu ada padakeseimbangan termal dengan titik beku normal air, temperatur ini bernilai  $0^{\circ}\text{C}$ . Sedang pada keadaan kedua ketika termometer setimbang termal dengan titik didih normal air, temperaturnya diberi nilai  $100^{\circ}\text{C}$ . Setelah diperoleh dua titik skala yaitu  $0^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$ , maka selanjutnya diantara kedua titik tersebut dibagi kembali dengan jarak skala yang sama sehingga menjadi 100 skala. (Ishaq, 2007, hal. 226)

Dengan demikian pada skala celcius temperature zat dapat dihitung dari perbandingan panjang kolomnya cairan  $L_t$  saat zat diukur – panjang kolom saat  $0^{\circ}\text{C}$  terhadap panjang kolom  $100^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$ . (Ishaq, 2007, hal. 226)

### **2. Skala Fahrenheit**

Skala fharebheit banyak digunakan oleh masyarakat amerika, walaupun prinsipnya sama dengan skala celcius. Perbedaannya adalah pada skala termometer Fahrenheit, keadaan ekdtim pertama, yaitu ketika termometer ada pada titik keseimbangan termal air, temperature ini di beri nilai  $32^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pada keadaan kedua ketika termometer setimbangan termal dengan titik didih ormal air, temperaturenya di beri nilai  $212^{\circ}\text{C}$ . Setelah diperoleh dua titik skala yaitu  $32^{\circ}\text{C}$  dan  $212^{\circ}\text{C}$ , maka selanjutnya di antara kedua titik tersebut dibagi kembali dengan jarak sekala yang sama sehingga menjadi 100 skala. (Ishaq, 2007, hal. 226-227)

### **3. Skala Kelvin**

Skala Kelvin di sebut juga skala temperatur mutlak ( absolut ), hal ini karena temperatur 0 pada skala kelvin memang temperature yang benar-benar nol, artinya tidak ada zat yang bertemperatur dibawah 0 K. Pada skala Kelvin keadaan ekstrim pertama, yaitu ketika termometer ada pada kesetimbangan termal dengan titik beku normal air, temperatur ini setara dengan 273 K. Sedangkan keadaan kedua ketika termometer setimbang termal dengan titik didih normal air, tempperaturnya dalam Kelvin adalah 373 K. (Ishaq, 2007, hal. 227)

## **E. Cara menggunakan Termometer**

Berikut contoh cara menggunakan termometer digital untuk mengukur suhu tubuh:

1. Pada dubur. Aktifkan termometer digital biasa dan lumasi ujungnya dengan petroleum jelly. Baringkan terlentang bayi dan angkat pahanya, lalu masukkan termometer digital ke dalam dubur sedalam 1,3 cm sampai 2,5 cm. Tahan termometer hingga termometer sudah memberikan kode (biasanya nada) yang menandakan pengukuran sudah selesai. Cabut termometer dan lihat angkanya.
2. Pada mulut. Aktifkan termometer digital biasa. Tempatkan ujungnya di bawah lidah anak dan suruh dia menutup mulutnya. Jika termometer sudah memberi kode, cabut dan baca hasilnya. Jika anak baru saja selesai makan atau minum, tunggu setidaknya 30 menit sebelum melakukan pengukuran suhu di mulut. Jika terlihat anak Anda kesulitan menggunakan termometer di mulutnya (pernapasan terganggu), sebaiknya ganti dengan metode lain, misalnya pada ketiak.
3. Pada ketiak. Aktifkan termometer digital biasa. Pastikan Anda meletakkannya di bawah ketiak dan menyentuh kulit, bukan pakaian. Apit dengan erat hingga termometer memberikan kode. Lalu cabut dengan lembut dan baca hasilnya.
4. Pada telinga. Aktifkan termometer telinga digital. Perlahan tempatkan pada liang telinga anak Anda. Ikuti petunjuk yang disertakan pada kemasan termometer untuk memastikan Anda sudah tepat memasukkan termometer ke dalam liang telinga. Tahan sampai termometer memberikan kode bahwa pengukuran telah selesai. Cabut termometer dan baca hasilnya.

## **F. Prinsip Kerja Termometer**

Mekanisme kerja dari termometer sebenarnya, ketika anda menyentuh bagian ujung termometer (yang di dalamnya terdapat cairan alkohol atau merkuri ) anda membuat cairan tersebut dan badan anda mencapai suatu kesetimbangan termal. Keseimbangan termal terjadi ketika cairan yang anda lihat tidak lagi beranjak naik dan menunjukkan skala tertentu. Secara fisis, kesetimbangan termal adalah suatu keadaan dimana kedua zat yang melakukan kontak, tidak lagi mengalami pertukaran kalor yang berarti kedua zat bertemperatur sama. Sebagaimana kita ketahui bahwa jika benda yang bertemperatur lebih tinggi di campurkan ( atau disentuhkan ) dengan benda lain yang temperaturnya lebih

rendah, maka akan terjadi perubahan kalor terus menerus, hingga kedua benda memiliki kalor yang sama. (Ishaq, 2007, hal. 224)

Ketika kita mengukur temperatur sebuah zat, yang kita lakukan sesungguhnya adalah membuat kontak zat tersebut dengan cairan khusus yang ada dalam termometer, kalor yang terdapat pada tubuh kita “mengalir” pada cairan termometer karena terdapat perbedaan temperatur, sehingga cairan mengembang dan naik melalui saluran kapiler, kemudian setelah beberapa saat terjadi keseimbangan termal yang ditunjukkan salah satu skala pada kolom termometer. Karena termometer sudah dirancang sebelumnya untuk di jadikan sebagai acuan, maka kita dapat dengan mudah melihat skala yang tertera pada termometer untuk mengetahui temperatur zat tersebut. (Ishaq, 2007, hal. 224)

### **G. Konsep Fisika Pada Termometer**

Termodinamika adalah ilmu yang membahas hubungan (pertukaran) antara panas dengan kerja. Hubungan ini didasarkan pada dua hukum – hukum dasar termodinamika, yaitu hukum termodinamika pertama dan hukum termodinamika kedua (Nainggolan, 1987, p. 1)

#### **1. Hukum Termodinamika Pertama**

Hukum ini merupakan satu dari hukum – hukum fisika yang hebat, dan validitasnya terletak pada percobaan (seperti percobaan joule) dimana tidak ada pengecualian yang terlihat. Berarti, hukum termodinamika pertama merupakan pernyataan hukum kekekalan energi (Giancoli, 2001, p. 519)

#### **2. Hukum Termodinamika Kedua**

Hukum termodinamika kedua akhirnya dinyatakan secara umum yaitu dalam besaran yang disebut Entropi yang diperkenalkan oleh Clausius pada tahun 1860-an. Entropi tidak seperti kalor, merupakan fungsi keadaan sistem (Giancoli, 2001, p. 535)

### **H. Cara Perawatan Termometer**

1. Jangan gunakan air atau direndam untuk membersihkan termometer.
2. Bersihkan termometer dengan kain bersih.
3. Jika menggunakan Alkohol pastikan tidak terkena indikator.
4. Untuk noda membandel, gunakan kain yang telah direndam air dan detergen. Bersihkan dengan kain bersih.

5. Jangan gunakan Benzene, Tiner, Bensin, atau pelarut lainnya.
6. Jangan gunakan alcohol untuk waktu yang lama, atau mencoba untuk direndam didalam air panas.
7. Jangan gunakan ultrasonic washer untuk membersihkan termometer.

### I. Aplikasi Teknologi Terbaru

Aplikasi teknologi terbaru dari termometer adalah termometer inframerah. Karena termometer ini dapat mengukur temperatur dari kejauhan tanpa menyentuh objek yang akan diukur temperaturnya.



Gambar 6. Termometer Inframerah

Termometer inframerah dapat mengukur temperatur dengan cepat dan akurat tanpa menyentuh objek atau dari kejauhan. Prinsip kerja termometer ini dengan mengukur radiasi energi sinar inframerah. Termometer ini sangat sesuai untuk mengukur temperatur sebuah ruangan berbahaya atau ruangan yang membutuhkan adanya penghindaran dari saerah kontaminasi objek, seperti makanan , alat medis, serta obat – obatan.

### Daftar Pustaka

- Abdullah , M. (2016). *Fisika Dasar 1*. Bandung: ITB. Diambil kembali dari <https://drive.google.com/file/d/0B3b8pBt2LxtWSkhCeC1nWmNXNFE/view?usp=sharing>
- Freedman, R. A., & Young, H. D. (1999). *University Physics (Tenth Edition)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Giancoli, D. C. (2001). *Fisika Edisi 5 Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hariadi, F. (t.thn.). *Siapa Penemu Termometer*. Diambil kembali dari SCRIBD: <https://www.scribd.com/mobile/doc/111096168/siapa-penemu-termometer>
- Ishaq, M. (2007). *Fisika Dasar ( Edisi 2)*. Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- Moran, M., & Shapiro, H. (t.thn.). *Termodinamika Teknik Edisi 4 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Nainggolan, W. S. (1987). *Termodinamika*. Bandung: CV. Armico.
- Satria, R. A. (2015, Maret). *Makalah Termometer*. Diambil kembali dari SCRIBD: <https://www.scribd.com/doc/260019306/MAKALAH-TERMOMETER>

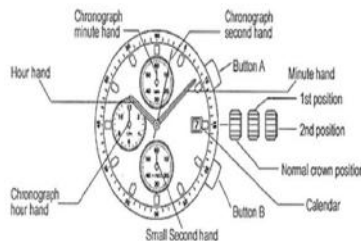


## MATERI 8: STOP WATCH

### A. Pengertian

Stopwatch merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur interval waktu suatu kejadian dari mulai dihidupkan hingga di hentikan. Pada umumnya stopwatch digunakan untuk mereka yang terbiasa menggunakan kecepatan pada suatu pekerjaannya. Setiap stopwatch terdiri dari 4 (empat) elemen yaitu sumber daya, time base, counter dan sebuah layar penunjukkan atau display. Pada umumnya, stopwatch analog memiliki ketelitian 0,1 s atau 0,2 s. Sedangkan stopwatch digital memiliki ketelitian hingga 0,01 s. (Abdullah, 2016)

Pertama kali stopwatch diperkenalkan ke publik dengan nama chronograph oleh Jean-Moyes Pouzai pada tahun 1776 dan untuk bagian nya. lihat gambar 1.



**Gambar 1.** Bagian bagian chronograph

### B. Jenis-Jenis

Stopwatch memiliki 2 jenis. Yaitu Stopwatch analog dan digital

#### 1. Stopwatch analog



**Gambar 2.** Stopwatch analog.

Saat tombol start ditekan penahan pegas pertama akan terbuka sehingga gerigi berputar dan pegas pertama akan kembali secara periodik, Sehingga jarum bergerak. Pada saat yang sama pegas kedua tertekan sehingga tercipta kombinasi kerja secara mekanik. Pada saat kembalinya penekan pegas akan membuat pegas kedua juga kembali sehingga pegas pertama kembali ke tertekan seperti semula. Dan jarum kembali ke posisi nol. Stopwatch analog adalah stopwatch kini telah jarang digunakan karena banyak stopwatch digital.

## 2. Stopwatch Digital



**Gambar 3.** Stopwatch Digital.

Cara kerja stopwatch digital dimulai saat tombol dalam keadaan menyala (On) arus dari sumber tegangan (baterai) energi surya akan mengalir ke komponen-komponen elektronik dalam stopwatch digital. Komponen-komponen elektronik tersebut yang melakukan perhitungan waktu dan menampilkannya dalam layar (display) dalam bentuk angka digital. Stopwatch digital banyak digunakan karena penggunaannya yang sederhana dan aplikasi handphone juga memiliki fitur stopwatch. (Marton & Marton, 1980)

### C. Bagian-Bagian Stopwatch

#### 1. Stopwatch analog



**Gambar 4.** Bagian Bagian Stopwatch Analog.

- a. Ring  
Berfungsi sebagai penahan, biasanya dimasukan jari kedalam ring agar stopwatch tidak terjatuh.
- b. Start Button/ Tombol Mulai  
Berfungsi sebagai tombol untuk memulai pengukuran waktu.
- c. Stop Button/ Tombol Henti  
Berfungsi sebagai tombol untuk menghentikan pengukuran waktu.
- d. Reset Button/ Tombol Reset  
Berfungsi sebagai tombol untuk mengatur ulang.
- e. Second Hand/ Jarum Detik  
Berfungsi sebagai penunjuk detik.

- f. 1/10 Second hand  
Berfungsi sebagai penunjuk angka dibelakang detik dengan nilai 1/10 atau 0.1.
  - g. Minute Hand/ Jarum menit  
Berfungsi sebagai petunjuk menit
  - h. Case/ pelindung  
Berfungsi sebagai pelindung ketika terjatuh meminimalisir kerusakan.
2. Stopwatch Digital



**Gambar 5.** Bagian-Bagian Stopwatch Digital

- a. Start/Stop Button.  
Fungsinya untuk memulai dan memberhentikan waktu yang berjalan.
- b. Mode Button  
Fungsinya untuk mengubah mode pengukuran waktu yang ada pada display/layar.
- c. Split/Reset Button  
Fungsinya untuk mensplits waktu yang berjalan tanpa harus menghentikan waktunya berfungsi ketika waktu sedang berjalan, ketika waktu sedang berhenti tombol beralih fungsi menjadi tombol reset.
- d. Display  
Fungsinya untuk menunjukkan hasil dari pengukuran waktu.

#### **D. Cara Penggunaan Stopwatch**

Untuk penggunaan stopwatch watch terbilang sederhana tapi untuk lebih jelasnya baca panduan berikut :

1. Pastikan stopwacth memiliki nilai 0.
2. Bila belum tegak keatas, atur terlebih dahulu.
  - a. Untuk stopwatch jarum angkat start button lalu atur hingga nilai pengukuran 0.
  - b. Untuk stopwatch digital hanya reset ulang.



3. Jika memulai pengukuran klik start button
4. Jika menghentikan pengukuran klik stop button.
5. Hitung terlebih dahulu hasil pengukuran.
6. Jika telah digunakan reset.
7. Simpan ditempat kembali ke wadahnya. (Abraham, 2014)

#### **E. Cara Pengrawatan**

Untuk Perawatan biarkan waktu terus bergulir hingga stopwatch berhenti dengan sendirinya, itu berfungsi sebagai meminimalisir kerusakan pada pegas yang berada di dalam stopwatch agar tidak tegang. Simpan ditempat yang kering untuk meminimalisir bagian dalam atau luar stopwatch terkena karat. Bisa juga oleskan minyak terlebih dahulu dan keringan kembali bagian-bagian yang telah diminyaki tadi. Setelah melakukan pengukuran simpan kembali ke wadah stopwatch. Jika terdapat embun didalam stopwatch lakukan pengeringan dengan cara masukan kedalam beras, atau dipanaskan menggunakan lampu, setelah itu lepaskan kaca depan lalu lap menggunakan tisu. (Dyro, 2004)

#### **F. Kegunaannya dalam kegiatan sehari-hari**

Stopwatch banyak digunakan di laboratorium fisika untuk melakukan pengukuran waktu ketika dilakukannya praktikum biasanya dalam praktikum Fisika seperti GLB dan GLBB. Tak hanya itu para pelatih di bidang olahraga yang mengandalkan kecepatan juga menggunakan stopwatch untuk mengukur waktu yang ditempuh para olahragawan dan menjadi tolak ukur. Pada umumnya stopwatch digunakan di olahraga dan permainan. (Fernanlampir & Faruq, 2015)

#### **G. Aplikasi Teknologi Terbaru**

Menemukan ratusan stopwatch di play store Android dan ini bisa sangat sulit untuk menemukan yang terbaik untuk tujuan Anda. Ultimate Stopwatch & Timer telah lama berada di playstore, dan ini adalah salah satu aplikasi terpopuler stopwatch. Pengembang aplikasi tersebut, Rich Hyndman, telah merilis versi beta dari aplikasi sebelumnya yang memperkenalkan desain baru yang meningkatkan daya tarik visual aplikasi. Memiliki tampilan baru lihat gambar 6.



**Gambar 6.** Ultimate Stopwatch

Program memuat tampilan stopwatch secara default, dan tab di bagian atas tersedia untuk beralih ke penghitung waktu mundur dan halaman waktu putaran. Untuk menggunakan stopwatch cukup menekan tombol start untuk melakukannya. Waktunya sekarang dilacak dan bisa menggunakan tombol di bagian bawah layar untuk menjeda waktu pengambilan, mengatur ulang, atau menambahkan waktu saat ini ke daftar waktu putaran. Anda dapat beralih ke tab waktu putaran setiap saat untuk melihat waktu yang telah Anda catat sebelumnya. Ketukan hit mundur akhirnya bertindak sebagai penghitung waktu mundur yang dapat Anda gunakan untuk menghitung dari jumlah waktu yang ditentukan menjadi nol. Maksimal 99 jam, 59 menit dan 59 detik yang seharusnya cukup untuk sebagian besar tujuan. (Brinkmann, 2013)

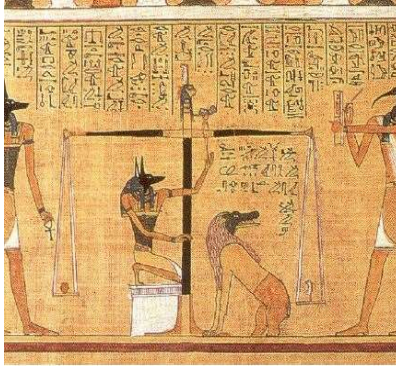
### **Daftar Pustaka**

- Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Abraham, H. (2014). *buku panduan metrology industri*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Brinkmann, M. (2013, january 4). *Ultimate Stopwatch and Timer for Android*. Diambil kembali dari ghacks.net: <https://www.ghacks.net/2013/01/04/ultimate-stopwatch-and-timer-for-android/>
- Dyro, J. F. (2004). *Clinical Engineering Handbook*. New York: Academic Press.
- Marton, L., & Marton, C. (1980). *Advances In Electronics And Electron Physics vol.51*. Washington. D.C.: Academic Press.

## MATERI 9: NERACA

### A. Sejarah Alat Ukur Massa (Neraca)

Massa biasanya di ukur dengan berapa berat sesuatu. Di Mesir kuno dan Yunani, potongan biji digunakan sebagai salah satu unit (alat) pengukuran paling awal. 200 butir jelai jagung setara dengan 1 beqa. Barang lainnya bisa di ukur pada skala keseimbangan dengan butir di sisi lain.



**Gambar 1.** The History of Measuring Mass

Selanjutnya, orang Mesir membuat gumpalan logam atau batu yang sama beratnya dengan jumlah butir tertentu. Dengan cara ini, penjaga toko bisa konsisten dalam menentukan seberapa banyaknya barang yang mereka jual dengan pasti. Mereka menempatkan logam atau batu tersebut di satu sisi skala kesetimbangan dan menempatkan benda pada sisi lain dari skala keseimbangan sehingga kedua sisi sama besarnya (setimbang). Kemudian, bobot logam ini diberi nama. Misalnya, 1 pound setara dengan 7000 butir biji-bijian.



**Gambar 2.** The History of Measuring Mass

## B. Jenis-jenis neraca

### 1. *Beam Balance* (Balok Keseimbangan)



**Gambar 3.** Neraca *Beam Balance*

Bagian-bagian pada beam balance:

a. *Pan* (wadah penimbang)

Tempat menyimpan benda yang akan di timbang,

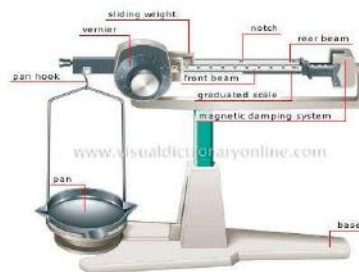
b. *Beam* (lengan)

Lengan logam horisontal yang menyeimbangkan sumbu vertikal dan masing-masing memiliki panci yang tergantung di setiap ujungnya.

c. *Weight* (berat)

Sepotong logam seperti tembaga atau besi, yang ditempatkan pada salah satu panci untuk menyeimbangkan skala ketika akan menimbang suatu benda.

### 2. *Unequal-arm balance*



**Gambar 4.** Neraca *Unequal-arm balance*

Bagian-bagian pada *unequal-arm balance*:

a. *Pan* (Wadah penimbang)

Tempat menyimpan benda yang akan ditimbang.

b. *Rear beam* (Balok belakang)

Batang logam kaku yang diliputi penggeser untuk memberikan pembacaan massa yang relatif tepat.

- c. *Front beam* (Balok depan)  
Batang logam kaku yang diliputi skala geser untuk memberikan pembacaan massa yang sangat tepat.
  - d. *Base* (Alas)  
Dudukan pada neraca
  - e. *Pan hook*  
Bagian melengkung dimana panci digantung dengan alat batang.
  - f. *Vernier*  
Untuk memberikan pembacaan massa yang sangat tepat.
  - g. *Graduated scale*  
Pembagian skala dengan panjang yang sama ditandai pada balok timbangan yang merupakan satuan pengukuran.
  - h. *Magnetic damping system* (Sistem redaman magnetik)  
Sebuah perangkat yang terbuat dari magnet untuk mengurangi osilasi balok saat berat badan timbangan dipindahkan untuk memberikan pembacaan massa yang cepat.
  - i. *Notch* (takik)  
Sebagai penyangga pemberat (anting) supaya ketika proses penggeseran telah selesai pemberat (anting) tersebut tidak bergeser.
  - j. *Sliding weight* (pemberat yang dapat digeser)  
Sebuah logam yang menggantung pada lengan yang dapat digeser sampai keseimbangan antara dua massa tercapai.
3. *Roberval's balance*  
Biasanya digunakan menggunakan skala yang beroperasi pada prinsip yang sama seperti balok keseimbangan.



**Gambar 5.** Neraca *Roberval's balance*

Bagian-bagian pada *robelval's balance*:

- a. *Base* (Alas)  
Sebagai alas penyeimbang pada skala
  - b. *Pan* (Wadah penimbang)  
Tempat menyimpan benda yang akan di timbang
  - c. *Beam*  
Lengan logam horisontal yang menyeimbangkan sumbu vertikal dan masing-masing memiliki panci yang terletak di setiap ujungnya.
  - d. *Weight*  
Sepotong logam seperti tembaga atau besi, yang ditempatkan pada salah satu panci untuk menyeimbangkan skala ketika akan menimbang suatu benda.
  - e. *Pointer* (Jarum penunjuk)  
Jarum logam yang mengindikasikan titik kesetimbangan pada dial ketika lengan meningkat.
  - f. *Dial*  
Untuk menunjukkan titik keseimbangan antara dua panci.
4. *Bathroom scale* (Timbangan Kamar mandi)

Biasanya digunakan untuk mengukur berat badan, neraca ini juga biasanya terdapat di rumah sakit, klinik, rumah, dan tempat-tempat lain yang memiliki neraca ini.



**Gambar 6.** Neraca *Bathroom scale*

Bagian-bagian pada *bathroom scale*:

- a. *Weighing platform*  
Bagian dasar bagi orang yang berdiri diatas yang akan ditimbang.
- b. *Digital display*  
Layar yang menunjukkan berat badan dalam angka.

## 5. *Electronic Scale*

Skala komersial yang berat dan menghitung harga dari kuantitas barang-barang dagangan.



**Gambar 7.** Neraca *Electronic Scale*

Bagian-bagian pada *Electronic scale*:

- a. *Printout*  
Kertas yang di mana berbagai data yang tercetak (misalnya berat, kuantitas dan harga dari barang-barang yang ditimbang).
- b. *Product code*  
Kunci dengan nomor yang sesuai dengan kode yang diberikan untuk produk (barang).
- c. *Numeric keyboard*  
Set tombol dengan angkat-angka atau simbol-simbol yang digunakan terutama untuk memasukan harga satuan barang atau kode item.
- d. *Total*  
Total harga dari semua pembelian pada akhir transaksi.
- e. *Display*  
Layar yang terdiri dari tiga bagian dengan informasi berbeda (misalnya berat barang, unit harga dan total harga).
- f. *Unit price* (Unit harga)  
Menunjukkan harga persatuan item.
- g. *Weight* (Berat)  
Menunjukkan berat persatuan item.
- h. *Function keys*  
Mengatur kunci yang melakukan berbagai operasi (misalnya data yang masuk, perhitungan dan mencetak kwitansi).

i. *Platform*

Tempat barang yang akan ditimbang.

6. *Analytical Balance*

Digunakan di laboratorium untuk pengukuran berat yang sangat tepat.



**Gambar 8.** Neraca *Analytical Balance*

Bagian-bagian pada *analytical balance*:

a. *Leveling screw*

Sekrup untuk menyesuaikan keseimbangan.

b. *Pan*

Tempat menyimpan benda yang akan ditimbang.

c. *Door acces* (Pintu akses)

Pintu geser untuk memudahkan akses kedalam kotak kaca.

d. *Glass case* (Kotak kaca)

Untuk melindungi panci dari dorongan udara yang dapat menyebabkan pembacaan palsu dari berat suatu benda.

7. *Spring Balance* (Neraca Pegas)



**Gambar 9.** Neraca Pegas



Bagian-bagian pada *spring balance*:

- a. *Hook*  
Bagian melengkung untuk menggantungkan suatu benda yang akan ditimbang.
- b. *Graduated scale*  
Skala pengukuran.
- c. *Pointer*  
Terhubung ke neraca pegas yang bergerak di sepanjang skala untuk menunjukkan berat suatu benda.
- d. *Ring*  
Untuk memegang atau menggantung neraca pegas.

### **C. Manfaat Neraca**

1. Neraca Ohaus yaitu untuk mengukur massa suatu benda (logam) pada praktek di laboratorium. Kapasitas bebannya 311 gram, batas ketelitian neraca ohaus 0,1 gram. (Muidah, 2016)
2. Neraca analitik yaitu neraca yang biasa digunakan di laboratorium, bisa juga digunakan untuk menimbang dari 0,1 mg sampai maksimum 200 gram. Dengan media berupa bakteri, jamur atau media tanam kultul jaringan dan mikro biologi dalam praktikum dengan tingkat ketelitian yang tinggi. (Iya, 2014)

### **D. Cara penggunaan Neraca**

1. Cara penggunaan neraca ohaus
  - a. Neraca ohaus dikalibrasi terlebih dahulu dengan memutar sekrup yang ada di samping piringan neraca sehingga posisi pada kedua garis neraca terlihat seimbang.
  - b. Letakkan benda yang akan di ukur massanya pada piringan tersebut.
  - c. Menggeser skala yang dimulai dari skala besar baru bisa digunakan.
  - d. Jika pada kedua garis sudah seimbang maka baru memulai membaca hasil. (Rukmana, 2015)
2. Cara menggunakan neraca analitik dan digital
  - a. Posisi neraca nol
  - b. Simpanlah sesuatu zat yang akan ditimbang diatas timbangan tersebut

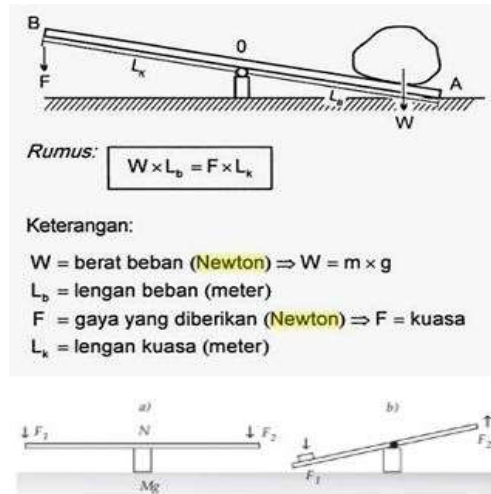
- c. Baca nilai yang terlihat pada monitor neraca
  - d. Setelah selesai digunakan jangan lupa untuk dinolkan neraca tersebut. (Iya, 2014)
3. Cara menggunakan neraca pegas
- Benda yang akan di ukur ditempatkan pada tempat penyimpanan beban, selanjutnya geser beban pemberat disepanjang batang berskala sampai seimbang. (Iya, 2014)

**E. Prinsip Kerja Neraca**

Prinsip kerja neraca adalah membandingkan massa benda yang diukur dengan anak timbangan. Pengukuran neraca dapat diubah dengan menggeser posisi anting (anak timbangan) sepanjang lengan. Anting dapat digeser menjauhi atau mendekati poros neraca. Massa pada benda dapat diketahui dengan menjumlahkan masing-masing posisi dari setiap anting di sepanjang lengan setelah neraca dalam keadaan setimbang. (Iya, 2014)

**F. Konsep Fisika**

- 1. Konsep fisika pada neraca 2 lengan



**Gambar 10.** Konsep Fisika (Muidah, 2016)

Konsepnya yaitu kesetimbangan. Kesetimbangan pada benda terjadi apabila gaya dan torsi pada benda itu nol, maka benda tidak akan mengalami perubahan gerak maupun rotasi. Benda yang bergerak dengan kecepatan konstan memiliki momentum linear konstan. Artinya tidak ada gaya total yang bekerja pada benda itu atau total gaya bernilai

nol. Apabila benda bergerak dengan kecepatan sudut konstan maka momentum sudut benda konstan, kita bisa segera berpendapat torsi total pada benda itu adalah nol. Jadi, prinsipnya mula-mula benda diam dan tetap diam. (Kusnadi, 2011)

Sediakan neraca 2 lengan, kemudian letakan benda diantara lengan1 dan lengan 2, kemudian berikan gaya yang sama pada kedua lengan tersebut dengan arah yang berlawanan. Kita ubah letak gayanya, tekan 1 lengan dari neraca tersebut kemudian dorong 1 lengan neraca pada sisi / lengan yang lain usahakan neraca tersebut tetap stabil dan seimbang.

Konsep dari kesetimbang tersebut yaitu:

- a. Neraca 2 lengan itu diberi 2 gaya yang sama sejajar ( $F_1 = F_2$ )
- b. Neraca 2 lengan itu diberi 2 gaya yang sama tapi tidak sejajar ( $\Sigma F = 0$ ), tapi neraca berotasi.

Dari konsep diatas kita melihat jika memberikan 2 gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah, maka benda-benda akan mengalami keseimbangan, karena total gayanya itu adalah nol, maka benda akan diam. Kemudian agar benda tidak berotasi atau tetap dalam posisi keseimbangan, maka torsi pada benda harus sama dengan nol ( $=0$ ).

Benda berada dalam keadaan setimbang itu jika:

- a.  $\Sigma \vec{F} = 0$
- b.  $\Sigma \vec{\tau} = 0$

(Kusnadi, 2011)

## 2. Elastisitas pada neraca pegas

Pegas bersifat elastis, bisa memanjang dan memendek. Kedua perubahan tersebut di sebut merenggang. Ketika renggang pegas  $x$  saat itu pegas memberi gaya pembalik (*restoring force*)  $F$  (pada tetapan pegas  $k$ ) dengan arah ke posisi setimbangnya, dalam kaitan  $F = -kx$ . (Priyambodo & Jati, 2009)

## G. Cara Pembacaan Hasil Pengukuran Neraca

1. Cara pembacaan hasil pengukuran neraca ohaus
  - a. Cermati skala yang terdapat pada anting (pemberat) yang terdapat di lengan neraca
  - b. Hasil pengukuran dibaca dari neraca ohaus

Misal : lengan 2, lengan 3, lengan 4

Pembacaannya: Lengan 2 = 2 → 1

Lengan 3 = 3 → 2 → 1

Lengan 4 = 4 → 3 → 2 → 1

(Iya, 2014)

## H. Cara Perawatan

1. Meletakkan neraca
  - a. Harus sekecil mungkin merambat getaran
  - b. Tidak boleh longgar, sebaiknya meja beton
  - c. Anti magnetik, jangan terbuat dari plat baja
  - d. Terhindar dari muatan elektrostatis, jangan terbuat dari plastik atau gelas
  - e. Berdiri di lantai atau bersandar dengan dinding, tetapi tidak kedua-duanya
2. Ruang timbang
  - a. Harus sekuat mungkin tahan benturan dan getaran
  - b. Hanya mempunyai satu pintu masuk untuk menghindari aliran udara
  - c. Sedikit mungkin jendela untuk menghindari bahaya sinar matahari langsung
  - d. Pojok ruangan cocok untuk meja timbang
3. Suhu ruangan
  - a. Harus dijaga semaksimal mungkin untuk menghindari drift suhu
  - b. Jangan pernah menimbang dekat radiator dan alat lainnya yang memancarkan panas
  - c. Selalu hidrupkan fasilitas penyediaan pintu ganda
4. Kelembaban ruangan harus di jaga karena kelembaban langsung mempengaruhi densitas udara.
5. Cahaya
  - a. Hindarkan cahaya dari terpaan sinar matahari langsung
  - b. Sumber cahaya harus dipasang pada jarak yang cukup dari meja timbang
6. Udara
  - a. Jangan pernah menimbang dari peralatan berkipas
  - b. Hindarkan menimbang disamping pintu ruangan. (Sumirat, 2006)

## I. Aplikasi Teknologi Terbaru Neraca

### 1. Pengertian

Neraca analitik yang digunakan di laboratorium adalah neraca yang akurat yang dapat mengukur massa dengan kisaran 100 gram sampai kurang lebih 0,0001 gram atau 0,1 mg. (Chairunnisa, 2016)



**Gambar 11.** Aplikasi Teknologi Terbaru Neraca

### 2. Cara menggunakan neraca analitik

- a. Timbangan analitik disiapkan harus dalam kondisi seimbang atau *waterpass* (dengan mengatur sebuah sekrup pada kaki alat ukur ini sehingga gelembung air di *waterpass* berada tepat di tengah)
- b. Ruang dalam neraca ini dibersihkan menggunakan kuas. Piringan neraca dapat diangkat dan seluruh timbangan dibersihkan dengan ethanol atau alkohol.
- c. Stopkontak ditancapkan pada stavolt
- d. Tombol ON ditekan, lalu tunggu hingga muncul angka 0,0000 gram
- e. Alas bahan (gelas arloji, kertas atau benda tipis) dimasukkan dengan cara membuka kaca tidak begitu lebar supaya tidak ada pengaruh terhadap perhitungan karena sangat pekanya neraca analitik ini.
- f. Kaca neraca analitik ditutup
- g. Tombol zero supaya perhitungan lebih akurat ditekan
- h. Bahan yang akan ditimbang dimasukkan dengan membuka kaca tidak terlalu lebar, begitu pula ketika menambahkan ataupun mengurangi bahan untuk menyesuaikan massa yang diinginkan
- i. Kaca ditutup

- j. Tunggu hingga angka pada layar monitor neraca ini tidak berubah-ubah dan sesuai massanya dengan yang diinginkan
  - k. Bahan yang telah ditimbang diambil
  - l. Lalu tombol OFF ditekan hingga tidak ada angka di layar monitor neraca analitik.
  - m. Stopkontak dilepas dari stavolt.
  - n. Terakhir ruang dalam neraca dibersihkan dengan menggunakan kuas dan piringan neraca diangkat dan dibersihkan seluruh timbangan dengan menggunakan ethanol atau alkohol. (Iya, 2014)
3. Cara perawatan neraca analitik
- Sebelum pemakaian, ruang dalam neraca harus dibersihkan menggunakan kuas. Piringan neraca dapat diangkat dan seluruh timbangan dibersihkan dengan ethanol atau alkohol, begitupun setelah pemakaian dibersihkan menggunakan kuas dan piringan neraca dibersihkan menggunakan ethanol atau alkohol.
4. Kelebihan neraca analitik
- a. Mempunyai tingkat ketelitian yang cukup tinggi dan dapat juga menimbang suatu zat atau suatu benda sampai batas 0,0001 gram atau 0,1 mg.
  - b. Dalam penggunaannya tidak terlalu rumit jika dibandingkan dengan timbangan manual, sehingga lebih efisien dalam hal waktu dan tenaga. (Iya, 2014)
5. Kekurangan neraca analitik
- a. Neraca ini memiliki batas maksimal yaitu 1 mg atau 210 gram, dan jika melewati batas itu maka ketelitian dalam perhitungan akan berkurang.
  - b. Tidak perlu menggunakan sumber tegangan listrik yang besar, sehingga harus menggunakan stavolt. Kalau tidak, akan putus benang yang berada di bawah.
  - c. Harga relatif mahal. (Iya, 2014)

### **Daftar Pustaka**

- Chairunnisa, R. (2016). Pengukuran Massa Bahan dengan Menggunakan Neraca Analitik dan Ohaus. *Laporan Praktikum Fisika Farmasi*, pp. 3
- Iya, W. (2014). 'Neraca Analitik', pp. 54-60.
- Kusnadi, M. (2011). *Kamus Fisika Lengkap*. Surabaya: Bintang Usaha Jaya.
- Muidah. (2016). Fungsi Neraca Ohaus, pp. 1

- Priyambodo, T. K., & Jati, B. M. (2009). *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu Komputer dan Informatika*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Rukmana, S. T. (2015). Laporan Praktikum Alat Ukur Neraca Ohaus, pp. 13
- Sumirat, E. (2006). Perawatan Neraca. *Manajer Teknis Balai Kalibrasi Dit. PPMB*, 1-3.
- Merriam-Webster, Measuring Devices, viewed 05 Oktober 2017, <http://www.visualdictionaryonline.com/>
- NPL, The History of Measuring Mass, viewed 05 Oktober 2017, [http://www.npl.co.uk/reference/faqs/what-is-the-history-of-weighing-\(faq-mass-and-density\)/](http://www.npl.co.uk/reference/faqs/what-is-the-history-of-weighing-(faq-mass-and-density)/)