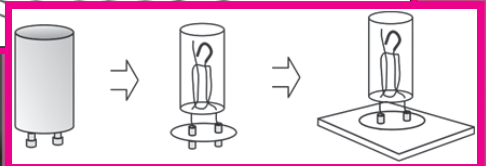
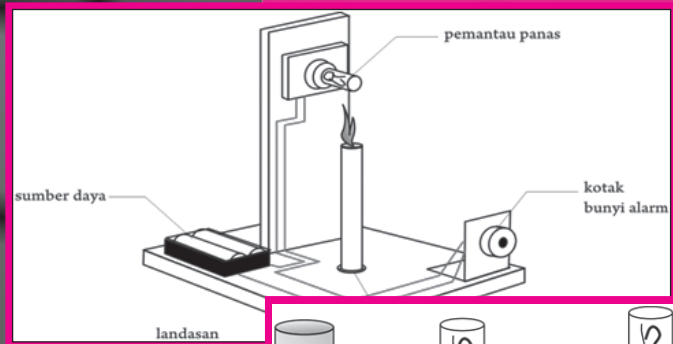


Pedoman



Pembuatan Alat Peraga Fisika Untuk SMA

DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2011

KATA PENGANTAR

Pada tahun 2011 jumlah sekolah menengah atas 11.306 tersebar di seluruh Indonesia, dari jumlah tersebut sebagian berada di daerah-daerah terpencil atau kepulauan yang sulit transportasi dan sarana pendukung lainnya. Pada umumnya sekolah-sekolah tersebut sangat kurang sarana dan prasarana khususnya peralatan laboratorium IPA, sedangkan kurikulum tingkat satuan pendidikan mewajibkan ujian praktik bagi mata pelajaran IPA (Fisika, Kimia dan Biologi).

Keberadaan peralatan laboratorium IPA merupakan sarana yang harus diupayakan guna meningkatkan mutu pembelajaran IPA di sekolah. Keterbatasan sarana ini dapat dipenuhi dengan menggunakan alat peraga IPA sederhana yang bahan-bahannya mudah didapat di sekitar sekolah, tanpa mengurangi pemahaman terhadap konsep pembelajaran IPA. Oleh karena itu, Direktorat Pembinaan SMA menerbitkan buku Pedoman Pembuatan Alat Peraga IPA Sederhana untuk SMA.

Buku-buku tersebut berkaitan dengan pemanfaatan dan pen-dayagunaan peralatan atau bahan yang dirancang dan digunakan sebagai alat praktik IPA. Hadirnya buku pedoman pembuatan alat peraga IPA sederhana merupakan salah satu upaya Direktorat Pembinaan SMA dalam meningkatkan mutu pembelajaran IPA.

Kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam mewujudkan buku pedoman pembuatan alat peraga IPA sederhana ini, khususnya kepada Pusat Pengembangan dan Pelatihan Pendidik dan Tenaga Kependidikan IPA Bandung beserta tim penulis buku ini. Kiranya menjadi sumbangan konstruktif bagi kemajuan dan pengembangan Sekolah Menengah Atas di Indonesia.

Direktur Pembinaan SMA

Totok Suprayitno, Ph.D
NIP. 196010051986031005



DAFTAR ISI

	Hal
Kata pengantar _____	iii
Daftar Isi _____	v
Bab I Pendahuluan _____	1
A Latar Belakang _____	1
B Tujuan Panduan Pengembangan APP _____	5
 Bab II Pengembangan Alat Peraga Praktek IPA _____	 7
A Prinsip Pengembangan APP IPA _____	7
B Kriteria Pembuatan dan Pengembangan APP IPA _____	8
C Langkah-langkah Pembuatan dan Pengembangan APP IPA _____	9
D Kriteria Standar Pengujian Kelayakan Alat Peraga IPA _____	14
E Sistematika Laporan Karya Inovasi PKB _____	19
 Bab III Perancangan Alat IPA Sederhana _____	 25
A Hidrometer Pipa Apung _____	25
B Dudukan Bola Lampu _____	31
C Sakelar Pulpen Tekan _____	34
D Model Rel Osilasi Kelereng _____	39
E Model Uji Indeks Bias _____	44
F Kamera Lubang Jarum _____	50



G Motor Listrik Kumparan Kabel _____	54
H Model Alarm Kebakaran _____	60
I Anemometer Bola Pingpong _____	65
J Model Pembangkit Listrik Tenaga Angin _____	74
K Kincir Gravitasi Air _____	80
Daftar Pustaka _____	85



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Alat peraga praktik (APP) IPA mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembelajaran, yaitu untuk menjelaskan konsep, sehingga siswa memperoleh kemudahan dalam memahami hal-hal yang dikemukakan guru; memantapkan penguasaan materi yang ada hubungannya dengan bahan yang dipelajari; dan mengembangkan keterampilan.

Di samping peranan yang sangat penting dalam pembelajaran, APP IPA juga mempunyai fungsi yang dapat menentukan pencapaian tujuan pembelajaran IPA di sekolah, fungsi tersebut menurut Dirjen Dikdasmen Depdikbud (1999) adalah sebagai sumber belajar, metode pendidikan, sarana dan prasarana pendidikan. Menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP : 2006), Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA) harus memiliki sarana: perabot, peralatan pendidikan, media, bahan habis pakai, dan perlengkapan lainnya; serta prasarana laboratorium.

Kondisi Laboratorium IPA 8.886 SMA Negeri/Swasta (Data Balitbang Depdiknas : 2005), memiliki laboratorium

IPA (gabung) 26,20%, memiliki laboratorium IPA (2 Laboratorium terpisah) 18,62%, memiliki laboratorium fisika, biologi, kimia (3 laboratorium terpisah) 24,18%, memiliki laboratorium IPA 69%, dan belum memiliki laboratorium IPA 31%. Kondisi gedung laboratorium IPA baik 41%, rusak berat 33%, rusak ringan 26%. Keadaan alat/ bahan lengkap 27%, dan belum lengkap 73%. Penggunaan laboratorium IPA dengan frekuensi tinggi 36%, Sedang 31%, rendah 33%. Memiliki laboran IPA 17,72%.

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian di lapangan, kondisi fasilitas sarana dan prasarana laboratorium khususnya untuk pembelajaran IPA di SMA/MA, hingga saat ini (Burhan: 2006) :

1. Sangat minim fasilitas, alat dan bahan (zat kimia) yang ada jika dibandingkan dengan rasio jumlah pemakai laboratorium IPA.
2. Adanya kecenderungan biaya yang dialokasikan sekolah untuk penunjang kegiatan laboratorium tidak mencukupi.
3. Adanya kecenderungan pengguna laboratorium IPA tidak dapat menyelesaikan praktikumnya dengan baik karena waktu yang tersedia tidak mencukupi.
4. Praktikum yang telah direncanakan, sering tertunda pelaksanaannya karena beberapa bahan dan alat yang tersedia jumlahnya kurang sesuai dengan kebutuhan kegiatannya.
5. Belum dilakukan penataan terhadap fasilitas, alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan IPA.
6. Penggunaan fasilitas dan peralatan yang tersedia di laboratorium IPA belum secara optimal.

7. Laboratorium kurang difungsikan secara optimal sebagai tempat melaksanakan eksperimen.

Hasil survey lainnya melaporkan bahwa alat dan bahan praktik IPA di SMA/MA baru sebatas digunakan dengan metode demonstrasi atau hanya diperagakan untuk beberapa topik konsep saja. Kondisi seperti digambarkan di atas mengakibatkan laboratorium IPA, alat dan fasilitas lainnya di Sekolah Menengah Atas tersebut kurang efektif dan pada akhirnya belum dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar yang dapat menunjang peningkatan kualitas pendidikan di sekolah.

Terlepas dari kondisi kelengkapan fasilitas laboratorium IPA, pendidikan hendaknya dapat terus diselenggarakan tanpa harus menunggu lengkapnya fasilitas. Oleh karena itu untuk menjaga kelangsungan pendidikan IPA melalui praktikum/eksperimen, perlu dikembangkan alternatif alat peraga praktik (APP) IPA yaitu APP sederhana (buatan sendiri) agar pembelajaran IPA dapat berjalan secara optimal. Hal tersebut penting bagi guru/sekolah dengan alasan sebagai berikut:

Pertama, APP IPA sederhana sebagai upaya melengkapi peralatan yang dibutuhkan dalam pembelajaran. Para guru dapat memberdayakan berbagai sumber daya yang ada di sekitar sekolah dan tempat tinggal siswa untuk pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana.

Kedua, APP IPA sederhana ini dapat dijadikan sebagai alternatif peralatan laboratorium; meningkatkan kreativitas guru dan siswa; sebagai upaya meragamkan sumber belajar siswa; agar siswa dapat membangun pengetahuan dan

keterampilan serta sikap yang sesuai dengan kompetensi yang disarankan dalam kurikulum.

Dalam Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007, salah satu kompetensi guru adalah guru harus dapat menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik dengan kompetensi inti dapat menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan dan menggunakan media pembelajaran sesuai dengan karakteristik peserta didik. Berbagai pendapat tentang media pembelajaran diantaranya Gagne (1970) menyatakan bahwa media adalah berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsang untuk belajar, sedangkan Briggs (1970) berpendapat bahwa media adalah alat fisik yang dapat menyajikan pesan serta dapat merangsang siswa untuk belajar. Contoh media diantaranya: buku, alat dan bahan (zat kimia), DVD/CD, Video dan poster.

Media pembelajaran yang paling banyak digunakan di sekolah di samping buku adalah alat dan bahan. Sehubungan dengan kegiatan pembelajaran IPA, alat yang diperlukan adalah APP IPA. Di sekolah APP IPA dan *chemicals* (bahan atau zat kimia) umumnya dibuat oleh pabrik (pabrikan), bantuan dari pemerintah (Kemendiknas) atau pembelian alat dan bahan oleh sekolah dengan ragam, dan jumlah masing-masing terbatas, sehingga guru IPA dituntut lebih kreatif dan inovatif dalam upaya mengadakan APP IPA yang lebih beragam serta dengan jumlah yang memadai untuk melaksanakan pembelajaran IPA.

Dalam upaya mengadakan APP IPA tersebut, guru dan atau dengan siswa dapat melakukan pengembangan dengan cara merancang dan membuat APP IPA sederhana (buatan sendiri). Produk pengembangan APP IPA walaupun sederhana dalam tampilan fisik, tetapi dapat mendukung prinsip kerja dan konsep IPA yang diajarkannya sehingga tidak menimbulkan *miskonsepsi*.

Inovasi pembuatan suatu produk APP IPA mengalami tahapan perkembangan mulai dari membuat padanan hingga dihasilkan suatu protipe. Pengalaman empiris praktisi APP IPA di P4TK IPA dan Direktorat Pembinaan SMA menunjukkan bahwa karya produktif padanan APP IPA sederhana yang terus menerus dikaji ulang serta didukung fasilitas dan kreatifitas lainnya, akhirnya dapat menghasilkan suatu prototipe APP IPA yang tangguh.

B. Tujuan

Tujuan Umum

Setelah mempelajari panduan pengembangan inovasi APP IPA ini, Anda sebagai guru diharapkan terampil mengembangkan APP IPA Sederhana (Buatan Sendiri) untuk pembelajaran IPA dan karya inovatif pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Tujuan Khusus

Anda diharapkan dapat:

- a. Merancang APP IPA sederhana dalam memfasilitasi pembelajaran IPA.
- b. Membuat APP IPA sederhana sesuai rancangan.
- c. Menggunakan APP IPA dalam pembelajaran IPA.
- d. Menyusun laporan karya inovatif Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB).

BAB II

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA PRAKTIK

A. Prinsip Pengembangan APP IPA

APP IPA telah banyak dibuat secara masal oleh pabrik. Namun karena alasan-alasan tertentu, seperti kurang lengkap, kekurangan alat atau sekolah tidak memilikinya, alat-alat tersebut dapat dibuat dan dikembangkan sendiri oleh guru atau siswa dengan memanfaatkan bahan bekas yang banyak terdapat di lingkungan sekitar kita; alat/bahan yang banyak di pasaran, penggunaan perkakas tidak memerlukan keterampilan khusus. Hal ini sesuai dengan pendapat Nyoman Kertiasa (1994) yang menyatakan tentang pengertian alat peraga praktik IPA sederhana atau disebut juga alat IPA buatan sendiri, adalah alat yang dapat dirancang dan dibuat sendiri dengan memanfaatkan alat/bahan sekitar lingkungan kita; dalam waktu relatif singkat dan tidak memerlukan keterampilan khusus dalam menggunakan alat/bahan/ perkakas; dapat menjelaskan/ menunjukkan/ membuktikan konsep-konsep/gejala yang sedang dipelajari; alat lebih bersifat kualitatif daripada ketepatan kuantitatif.

Pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana dapat dibuat dalam bentuk:

- a. *Padanan alat*, yaitu alat yang dibuat dengan mengacu pada contoh alat yang sudah ada (alat praktik, alat peraga, alat pendukung) di laboratorium IPA. Misalnya: bel listrik sederhana atau cakram Newton.
- b. *Prototipe*, yaitu alat baru yang sebelumnya tidak ada, atau dapat merupakan pengembangan dari alat yang sudah ada, pernah ada yang membuat namun kemudian dimodifikasi. Misalnya: slide proyektor atau episkop sederhana.

Dari penjelasan di atas, dapat dikemukakan bahwa yang dimaksud dengan pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana adalah meliputi perancangan dan pembuatan alat peraga, alat praktik, atau alat pendukung pembelajaran IPA yang merupakan bentuk padanan alat atau prototipe.

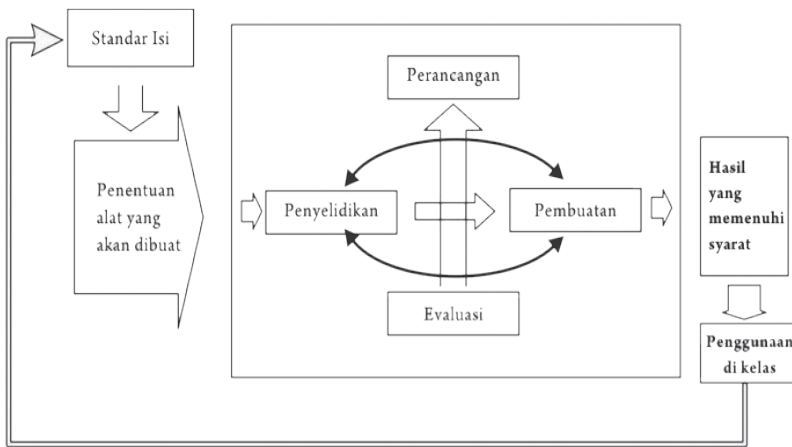
B. Kriteria Pembuatan dan Pengembangan APP IPA

Beberapa hal yang penting diperhatikan sebagai kriteria dalam pembuatan dan pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana, adalah sebagai berikut. Bahan mudah diperoleh (memanfaatkan limbah dan dibeli dengan harga relatif murah), mudah dalam perancangan dan pembuatannya, mudah dalam perakitannya (tidak memerlukan keterampilan khusus), dan mudah dioperasikannya. Dapat memperjelas/menunjukkan konsep dengan lebih baik, dapat meningkatkan motivasi siswa, akurasi cukup dapat diandalkan, tidak berbahaya ketika digunakan, menarik, daya tahan alat cukup baik (lama pakai), inovatif dan kreatif, bernilai pendidikan.

C. Langkah-langkah pembuatan dan pengembangan APP IPA Sederhana

Langkah-langkah pembuatan dan pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:

PROSES PENGEMBANGAN APP



(Diadaptasi dari Verma 1996:59)

Keterangan bagan:

1. Langkah pertama sebelum mengembangkan APP, Anda harus menganalisis kurikulum (KTSP) terutama yang berkenaan dengan standar isi (standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, dan materi pokok pembelajaran). Penentuan alat yang akan dibuat atau dikembangkan.

2. Setelah APP yang akan dibuat ditentukan, Anda hendaknya melakukan penyelidikan, apakah di lingkungan sekitar terdapat alat/bahan yang mendukung untuk pembuatan APP tersebut, apakah APP yang akan dibuat sesuai dengan karakteristik siswa, topik IPA yang akan diajarkan. Jika semua sudah sesuai, Anda menyiapkan alat, bahan, dan perkakas yang diperlukan serta masing-masing alternatifnya.
3. Setelah semua siap, lakukan perancangan APP, perancangan dapat berupa sket gambar. Setelah gambar APP yang akan dibuat selesai dan dinilai, lakukan pembuatan sesuai rancangan.
4. APP yang sudah dibuat, Anda nilai, apakah sesuai dengan rancangan, konsep IPA yang akan diajarkan, keamanan ketika digunakan, dan kelayakan digunakan dalam pembelajaran, dan aspek lainnya sesuai kriteria yang telah dijelaskan pada Pendahuluan butir 2 di atas.
5. Pada tahap penilaian ini, lakukan juga pengujian cobaan alat. Jika ada hal-hal yang kurang atau tidak/belum berhasil, perbaiki dan sempurnakan.
6. Kegiatan penilaian dan pengujian alat peraga praktik secara rinci dijelaskan pada nomor 7 dan 8 berikut ini.
7. Evaluasi keberhasilan produk hasil pembuatan/pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana. Untuk mengevaluasi keberhasilan produk hasil pembuatan atau pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana yang merupakan inovasi/kreativitas guru dan/atau siswa, dapat menggunakan minimal lima aspek utama agar memperoleh alat peraga sederhana yang dianggap mempunyai tampilan yang

memadai (tinggi). *Pertama*, akurasi hasil pengukuran, artinya alat peraga praktik yang dikembangkan tersebut presisi dalam memperagakan suatu fenomena alam. Sehingga tidak menimbulkan salah konsep atau pengertian. *Kedua*, bernilai pendidikan bagi siswa, artinya dengan mengkaji suatu fenomena melalui alat peraga praktik itu, siswa dimungkinkan secara berulang-ulang, memperlambat, mempercepat, terbuka memperlihatkan fenomena tersebut. *Ketiga*, tidak mengandung faktor resiko (*zero-risk*) bagi siswa yang menggunakan alat peraga tersebut. Faktor resiko dapat berupa adanya bagian yang tajam/membahayakan, kemungkinan jatuh/terbakar menimpa siswa, tersengat listrik. *Keempat*, *life-time* atau lama-pakai alat peraga, artinya alat peraga praktik tersebut diusahakan terbuat dari bahan yang relatif dapat dipakai lama atau secara berulang-ulang. Dengan demikian, alat peraga praktik hasil proses kreatif ini tidak sekali pakai langsung habis. *Kelima*, bernilai estetika tinggi. Walaupun sebagai alat peraga praktik yang digunakan dalam laboratorium, hendaknya mempunyai penampilan yang bernilai seni, tanpa mengurangi kinerja alat peraga tersebut.

8. Aspek lain, selain kelima aspek tersebut di atas, dapat juga dimasukkan menjadi kriteria tambahan dalam menganalisis alat peraga praktik hasil pengembangan guru dan/atau siswa tersebut sesuai dengan kebutuhan. Misalnya, *originalitas* gagasan yang dikembangkan, ketersediaan bahan baku alat peraga praktik di sekitar sekolah, dan sebagainya.
9. Untuk menguji kelayakan alat IPA yang telah dibuat dapat dilakukan dengan mengisi instrumen uji

kelayakan dengan memperhatikan hal-hal berikut :

- a) *Keterkaitan dengan bahan ajar.* Alat peraga IPA digunakan untuk membantu siswa memahami konsep-konsep IPA yang dipelajarinya. Oleh karena itu, alat peraga IPA harus dapat menampilkan objek dan fenomena yang diperlukan untuk mempelajari konsep-konsep tersebut.
- b) *Nilai pendidikan: Efektivitas alat (Kemampuan menampilkan benda dan fenomena yang diperlukan), kesesuaian dengan perkembangan intelektual siswa.* Konsep-konsep IPA yang dipelajari siswa di SD, SMP, dan SMA banyak yang sama, tetapi kedalaman dan kekompleksitasannya berbeda. Konsep-konsep IPA di SD hanya merupakan ungkapan tentang peristiwa alam, di SMP ditingkatkan dengan masuknya prinsip dengan parameter-parameternya, di SMA prinsip dan parameter-parameternya lebih luas dan lebih kompleks. Di samping itu, perkembangan intelektual siswa pada setiap jenjang sekolah membatasi kemampuan siswa dalam mengidentifikasi parameter dan prinsip dari objek dan fenomena yang ditampilkan oleh alat peraga. Makin tinggi jenjang sekolah siswa, batas kemampuan siswa tersebut makin kecil, yang berarti kemampuan siswa dalam mengkaji objek dan fenomena makin meningkat. Oleh karena itu, alat peraga IPA harus disesuaikan dengan tingkat perkembangan intelektual siswa, agar objek dan fenomena yang ditampilkan oleh alat dapat dipahami oleh siswa dengan baik.

- c) *Ketahanan alat (tahan lama, tidak mudah pecah, memiliki alat pelindung).* Alat peraga IPA akan sering digunakan oleh banyak siswa. Sehubungan dengan hal tersebut, alat peraga IPA haruslah merupakan alat peraga yang tahan lama. Ketahanan alat tersebut meliputi keakuratan pengukuran, tidak mudah aus, dan ketahanan bahan terhadap perubahan cuaca atau terhadap perubahan zat-zat di udara, ketahanan terhadap panas, dan lain-lain, sehingga hasil pengukuran tidak akan mengalami penyimpangan, walaupun sering digunakan.
- d) *Nilai presisi (ketepatan pengukuran).* Nilai presisi alat diperlukan untuk keberhasilan pengukuran alat, sehingga penyimpangan hasil pengukuran oleh kesalahan alat dapat diminimalkan sehingga memperoleh konsep-konsep sains yang benar. Hal ini penting, agar siswa dapat dengan tepat membentuk konsep-konsep sains dari percobaannya.
- e) *Efisiensi penggunaan alat: mudah digunakan, dirangkaikan, dan dijalankan.* Efisiensi penggunaan alat diperlukan untuk kelancaran dan keberhasilan kegiatan pembelajaran fisika dengan menggunakan alat-alat peraga IPA yang antara lain ; Menghemat waktu praktik, sehingga keterbatasan waktu pembelajaran dapat diatasi dan pembelajaran dapat dituntaskan dalam waktu yang tersedia. Menunjang keberhasilan siswa dalam memperoleh data dari praktik.

- f) *Keamanan bagi siswa.* Percobaan fisika menggunakan alat-alat dari logam, kaca, dan kadang-kadang memerlukan api. Alat-alat yang runcing mengandung resiko kecelakaan pada siswa, dan alat-alat seperti pembakar spirtus mengandung resiko kebakaran. Alat-alat yang runcing hendaknya ditumpulkan, jika keruncingan itu tidak diperlukan untuk ketelitian pengukuran. Alat-alat untuk menyalakan api harus dibuat seaman mungkin, misalnya terjaga dari kebocoran bahan bakar.
- g) *Estetika.* Alat yang penampilannya menarik, berwarna indah cenderung lebih disenangi oleh siswa. Hal itu dapat memotivasi siswa untuk mau belajar dengan menggunakan alat peraga IPA.
- h) *Penyimpanan alat dalam kotak (khusus KIT).* Alat-alat dalam KIT harus mudah dicari, diambil, dan disimpan kembali dengan rapih, agar pencarian, pengambilan, dan penyimpanan alat tidak memerlukan waktu yang relatif lama. Di samping itu alat-alat tersebut dapat terjaga dengan baik dan kotak penyimpan alat juga terjaga dengan baik.

D. Kriteria Standar Pengujian Kelayakan Alat Peraga IPA

Kriteria standar pengujian kelayakan dari segi aspek pembelajaran meliputi:

1. *Keterkaitan dengan bahan ajar;* Konsep yang diajarkan ada dalam kurikulum atau hanya pengembangan, tingkat keperluan, penampilan objek dan fenomena.

2. *Nilai pendidikan*; Kesesuaian dengan perkembangan intelektual siswa (Sesuai dan kurang sesuai, kompetensi yang ditingkatkan pada siswa dengan menggunakan alat peraga tersebut, sikap ilmiah (Untuk alat peraga model dan multimedia: Sikap ilmiah yang dapat ditingkatkan pada siswa, misalnya tayangan menampilkan keperluan untuk teliti dalam mengukur), sikap sosial (Untuk alat peraga model dan multimedia: Sikap sosial, misalnya tayangan dalam multimedia tidak mendiskriminasikan antara laki-laki dan perempuan).
3. *Ketahanan alat*; ketahanan terhadap cuaca (suhu udara, cahaya matahari, kelembaban, air), memiliki alat pelindung dari kerusakan, kemudahan perawatan.
4. *Keakuratan Alat Ukur*; hanya untuk alat ukur, Ketahanan komponen-komponen pada kedudukan asalnya (tidak mudah longgar atau aus), ketepatan pemasangan setiap komponen, ketepatan skala pengukuran, Ketelitian pengukuran (orde satuan).
5. *Efisiensi Penggunaan Alat*; kemudahan dirangkai, kemudahan digunakan/dijalankan.
6. *Keamanan bagi Siswa*; Memiliki alat pengaman, konstruksi alat aman bagi siswa (tidak mudah menimbulkan kecelakaan pada siswa).
7. *Estetika* ; Warna, Bentuk.
8. *Kotak Penyimpan*; kemudahan mencari alat, kemudahan mengambil dan menyimpan, ketahanan kotak KIT. Pada tabel-1 berikut diperlihatkan format sederhana untuk menguji peralatan alat peraga praktek IPA.

KELAYAKAN ALAT PERAGA PRAKTIK

Nama Alat :
 Jenis Alat : **Model/Peraga/Alat batu prakek/Alat ukur/Multimedia*)**
 Standar Kompetensi :
 Kompetensi Dasar :
 Kelas/Sekolah : /

No	Aspek Kelayakan	Skor				Saran Perbaikan	Saran Penggunaan	Skor Nilai Kelayakan
		1	2	3	4			
I	<i>Keterkaitan dengan bahan ajar</i>							
	a. Konsep yang diajarkan							
	b. Tingkat keperluan untuk pembelajaran							
	c. Kejelasan objek dan fenomena							
II	<i>Nilai Pendidikan</i>							
	a. Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik							
	b. Kompetensi yang ditingkatkan pada peserta didik							

No	Aspek Kelayakan	Skor				Saran Perbaikan	Saran Penggunaan	Skor Nilai Kelayakan
		1	2	3	4			
III	<i>Ketahanan Alat</i> a. Ketahanan terhadap cuaca							
	b. Memiliki alat pelindung dari kerusakan							
	c. Kemudahan perawatan							
IV	<i>Keakuratan Alat</i> a. Ketahanan komponen-komponenya pada dudukan asalnya							
	b. Ketepatan pemasangan setiap komponen pada alat ukur							
	c. Ketepatan skala pengukuran							
	d. Ketelitian pengukuran							
V	<i>Efisiensi Alat</i> a. Kemudahan dirangkai							
	b. Kemudahan digunakan/ dijalankan							

E. Sistematika Laporan Karya Inovasi PKB

Berdasarkan Permenegpan dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 tahun 2009 tentang Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB), yang dimaksud dengan pengembangan keprofesian berkelanjutan adalah pengembangan kompetensi guru yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap dan berkelanjutan dalam meningkatkan profesionalitasnya. Agar guru memperoleh kenaikan pangkat, golongan, dan jabatannya, khususnya yang berkaitan dengan pengembangan karya inovasi dalam pembuatan APP IPA, maka dapat dilakukan melalui cara menyusun laporan karya inovatif untuk diajukan pada usulan penetapan penilaian angka kreditnya. Karya Inovatif Kegiatan PKB terdiri dari 4 (empat) kelompok, yakni: menemukan teknologi tepatguna; menemukan/menciptakan karya seni; membuat/memodifikasi alat pelajaran/peraga/ praktikum; mengikuti pengembangan penyusunan standar, pedoman, soal, dan sejenisnya. Definisi Karya Teknologi Tepat Guna yang selanjutnya disebut karya sains/teknologi adalah karya hasil rancangan/ pengembangan/ percobaan dalam bidang sains dan/atau teknologi yang dibuat atau dihasilkan dengan menggunakan bahan, sistem, atau metodologi tertentu dan dimanfaatkan untuk pendidikan atau masyarakat sehingga pendidikan terbantu kelancaran atau masyarakat terbantu kehidupannya. Jenis karya sains/teknologi di antaranya dalam format:

- o Media pembelajaran/bahan ajar interaktif berbasis komputer untuk setiap standar kompetensi atau beberapa kompetensi dasar.
- o Program aplikasi komputer untuk setiap aplikasi.



- o Alat/mesin yang bermanfaat untuk pendidikan atau masyarakat untuk setiap unit alat/mesin.
- o Bahan tertentu hasil penemuan baru atau hasil modifikasi tertentu untuk setiap jenis bahan.
- o Konstruksi dengan bahan tertentu yang dirancang untuk keperluan bidang pendidikan atau kemasyarakatan untuk setiap konstruksi.
- o Hasil eksperimen/percobaan sains/ teknologi untuk setiap hasil eksperimen.
- o Hasil pengembangan metodologi/evaluasi pembelajaran

Karya sains/teknologi tersebut mempunyai ciri-ciri seperti: bermanfaat untuk pendidikan di sekolah atau bermanfaat untuk menunjang kehidupan masyarakat, terdapat unsur modifikasi/inovasi bila sebelumnya sudah pernah ada di sekolah atau di lingkungan masyarakat tersebut. Karya sains/teknologi dikategorikan kompleks apabila memenuhi kriteria: memiliki tingkat inovasi yang tinggi, tingkat kesulitan pembuatan yang tinggi, memiliki konstruksi atau alur kerja yang rumit atau apabila berupa hasil modifikasi, memiliki tingkat modifikasi yang tinggi. Karya teknologi dikategorikan sederhana apabila memenuhi kriteria: memiliki tingkat inovasi yang rendah, pembuatannya memiliki tingkat kesulitan yang rendah, memiliki konstruksi atau alur kerja yang rumit atau apabila berupa hasil modifikasi maka memiliki tingkat modifikasi yang rendah. Sistematika laporan karya sains/teknologi formatnya :

- o Halaman judul, memuat jenis laporan (tuliskan Laporan Pembuatan Karya Teknologi), nama karya teknologi, nama pembuat, NIP kalau PNS dan Nama Sekolah/madrasah.

- o Halaman pengesahan oleh Kepala Sekolah/ madrasah.
 - o Kata Pengantar.
 - o Daftar Isi.
 - o Daftar Gambar.
 - o Nama Karya Teknologi.
 - o Tujuan.
 - o Manfaat.
 - o Rancangan/desain karya teknologi (dilengkapi dengan gambar rancangan atau diagram alir serta daftar dan foto alat dan bahan yang digunakan).
 - o Prosedur pembuatan karya teknologi (dilengkapi dengan foto pembuatan).
 - o Penggunaan karya teknologi di sekolah atau di masyarakat (dilengkapi dengan foto penggunaan).
 - o *Source code* program.
- Untuk format Laporan Eksperimen atau Percobaan Sains/Teknologi memuat:
- o Halaman judul, memuat jenis laporan (tuliskan Laporan Penemuan Teknologi Tepat Guna berupa Eksperimen atau Percobaan Sains/Teknologi, nama/ judul eksperimen/percobaan, nama peneliti, NIP kalau PNS, dan nama sekolah/madrasah).
 - o Halaman pengesahan oleh kepala sekolah/madrasah.
 - Kata Pengantar
 - Daftar Isi
 - Daftar Gambar

BAB I : PENDAHULUAN

- A. Latar Belakang
- B. Tujuan
- C. Manfaat

BAB II : LANDASAN TEORETIK/TINJAUAN PUSTAKA

- A. Teori Umum (sesuai dengan materi eksperimen)
- B. Teori Teknis (sesuai dengan materi eksperimen)

BAB III : PROSEDUR DAN HASIL EKSPERIMEN

A. Persiapan Eksperimen

- 1. Obyek dan variabel eksperimen
- 2. Alat dan bahan yang digunakan
- 3. Langkah-langkah penyiapan eksperimen

B. Pelaksanaan eksperimen

- 1. Langkah-langkah eksperimen
- 2. Hasil eksperimen

BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN

- A. Kesimpulan
- B. Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN :

- A. Data rincian eksperimen
- B. Foto pelaksanaan eksperimen
- C. Bukti pendukung lainnya

Bukti Fisik dan Besaran Angka Kredit

- a. Laporan cara pembuatan dan penggunaan alat/ mesin dilengkapi dengan gambar/foto karya teknologi tersebut dan lain-lain yang dianggap perlu.
- b. Laporan cara pembuatan dan penggunaan media pembelajaran dan bahan ajar interaktif berbasis komputer dilengkapi dengan hasil pembuatan media pembelajaran/bahan ajar tersebut dalam cakram padat (*compact disk*).
- c. Laporan hasil eksperimen/percobaan sains/ teknologi dilengkapi dengan foto saat melakukan eksperimen dan bukti pendukung lainnya.
- d. Laporan hasil pengembangan metodologi/ evaluasi pembelajaran karya sains/teknologi dilengkapi dengan buku/naskah/instrumen hasil pengembangan.
- e. Lembar pengesahan/pernyataan dari kepala sekolah/ madrasah bahwa karya sains/teknologi tersebut dipergunakan di sekolah atau di lingkungan masyarakat.

Besaran angka kredit karya teknologi tepatguna sebagai berikut. Kategori kompleks diberikan angka kredit 4. Kategori sederhana diberikan angka kredit 2.

Angka kredit diberikan setiap kali diusulkan dan dapat dilakukan oleh perorangan atau tim.

No	Menemukan Teknologi Tepat Guna (Karya Sains dan Teknologi)	Angka kredit
1	Kategori kompleks	4
2	Kategori sederhana	2

BAB III

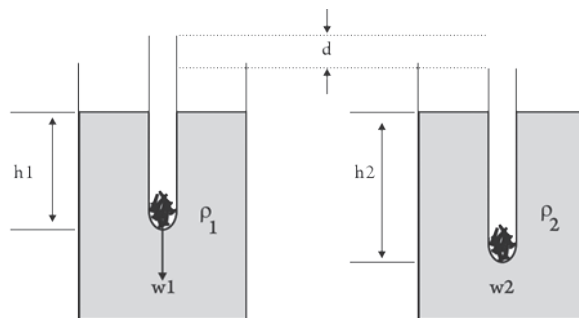
PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN PENGGUNAAN ALAT PERAGA PRAKTIK (APP) IPA SEDERHANA (BUATAN SENDIRI)

Pada bab ini disajikan contoh merancang (desain), pembuatan, dan menggunakan APP IPA sederhana berkaitan pengembangan alat peraga praktik IPA untuk SMA/MA.

A. Hidrometer Pipa Apung

A.1. Konsep Dasar

Hidrometer pipa apung atau dikenal pula dengan hydrometer celup adalah hydrometer yang didasarkan pada hukum Archimedes. Kita misalkan pipa plastik panjang L (m) diberi butiran beban w_1 (g) mengapung dalam air dengan massa jenis air ρ_1 (g/cm³).



Gambar 1.1.

Kita misalkan pipa apung dicelupkan terlebih dulu pada zat cair dengan massa jenis $\rho_1(\text{g/cm}^3)$ dan kemudian setelah itu dicelupkan pada zat cair dengan massa jenis $\rho_2(\text{g/cm}^3)$. Pada gambar 1 (A), tinggi bagian pipa apung yang tercelup adalah h_1 . Volume air yang dipindahkan tabung adalah

$$V_1 = \pi r^2 h_1 \dots \dots \dots (1)$$

Berat air yang dipindahkan adalah

$$W_1 = \pi r^2 h_1 \rho_1 g \dots \dots \dots (2)$$

Pada gambar 1 (B), tinggi bagian pipa apung yang tercelup adalah h_2 . Volume air yang dipindahkan tabung adalah

$$V_2 = \pi r^2 h_2 \dots \dots \dots (3)$$

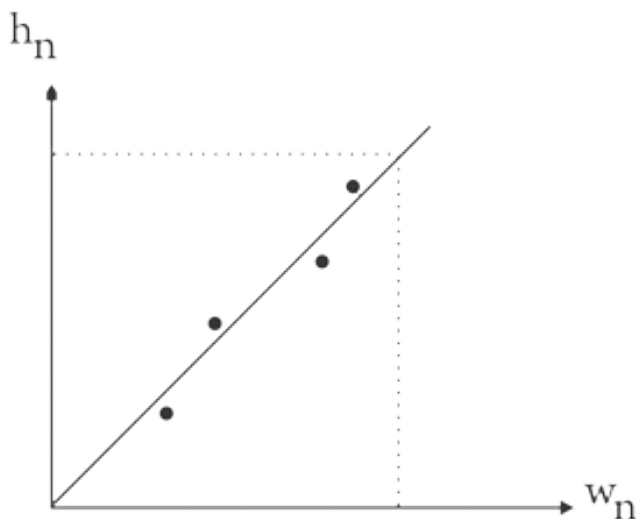
Berat air yang dipindahkan adalah

$$W_2 = \pi r^2 h_2 \rho_2 g \dots \dots \dots (4)$$

Anggap $\rho_1(\text{g/cm}^3)$ adalah air murni, yaitu $\rho_1=1 \text{ g/cm}^3$. Untuk mencari $\rho_2(\text{g/cm}^3)$, kita tahu bahwa $w_1=w_2$ (tetap tidak ditambah atau dikurang saat dipindahkan ke zat cair 2), dengan demikian $\rho_2(\text{g/cm}^3)$ adalah

$\rho_2 = \frac{\rho_1 h_1}{h_2}$, untuk $h_2 > h_1$ maka $h_2=h_1+d$, untuk massa jenis zat cair lebih kecil dari massa jenis air. Dan $\rho_2 = \frac{\rho_1 h_1}{h_2}$ untuk $h_2 < h_1$ maka $h_2=h_1-d$, untuk massa jenis zat cair lebih besar dari massa jenis air.

Atau untuk penentuan massa jenis yang lebih teliti anda dapat gunakan grafik gambar 1.2. hubungan beberapa penambahan beban (W_n) terhadap kedalaman tabung tercelup (h_n) dan tabung terlebih dulu diusahakan pada kedudukan awal dalam keadaan tegak pada saat penambahan.



Gambar 1.2.

Persamaan massa jenis dengan cara ini anda dapat gunakan hubungan $\rho = \frac{W_n}{\pi r^2 h_n}$

A.2. Bagian-bagian Alat

Bagian-bagian hidrometer pipa apung yang akan kita rancang terdiri atas: beban setimbang, dan pipa plastik.

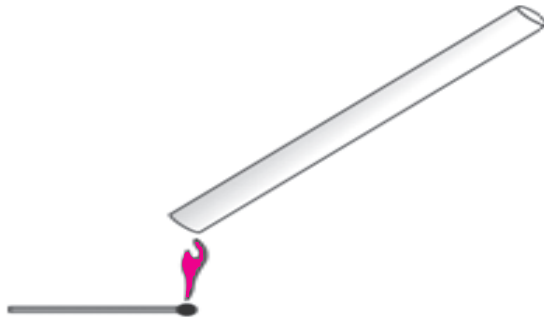


A.3. Alat dan Bahan

- Pipa plastik / sedotan
- Botol Aqua besar
- Paku kecil
- Spidol tahan air
- Korek api
- Mistar

A.4. Langkah Pembuatan

Siapkan pipa plastik / sedotan dan potong ujung-ujungnya kemudian bakar salah satu ujungnya dengan api kecil (korek api) hingga terpadu, seperti gambar 1.1. di bawah ini.



Gambar 1.1

Setelah itu isi bagian dalam pipa plastik / sedotan dengan beberapa biji paku kecil dan celupkan ke dalam air bersih sampai kondisi pipa plastic/sedotan tegak terapung, seperti gambar 1.2. di bawah ini.



Gambar 1.2

A.5. Uji coba dan Peneraan

Siapkan air murni/aquades dan alkohol masing-masing dalam botol aqua yang telah dipotong bagian atasnya. Tandai untuk air murni dengan skala 1 g/cm^3 atau 1000 kg/m^3 , Sekarang celupkan pada alkohol dan tandai dengan ρ_{alkohol} . Buatlah pembagian garis antara air dan alcohol menggunakan mistar. Seperti gambar 1.3. di bawah ini.



Gambar 1.3

Penggunaan Dalam Pembelajaran

- o Mempelajari aplikasi konsep dan hukum archimedes.
- o Mengukur massa jenis zat cair yang tidak diketahui.

B. Dudukan Bola Lampu

B.1. Konsep Dasar

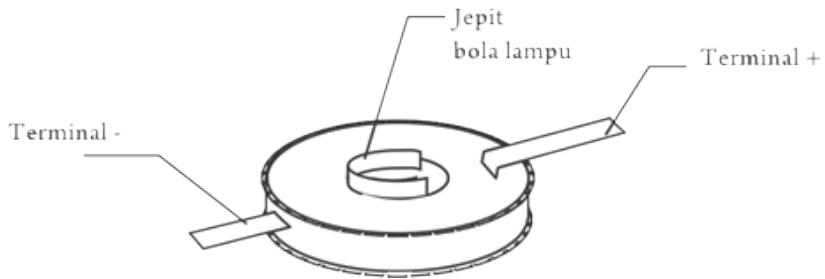
Pembuatan dudukan lampu atau cangkok lampu pada prinsipnya adalah bagaimana menghubungkan kedua terminal bagian-bagian elektroda bola lampu. Elektroda bola lampu terdiri atas elektroda negatif (elektroda yang biasa dihubungkan ke negatif) dan elektroda positif (elektroda yang dihubungkan dengan kutub positif baterai). Konstruksi umum bola lampu adalah seperti yang ditunjukkan seperti pada gambar 2.1. di bawah ini.



Gambar 2.1

B.2. Bagian-bagian Alat

Bagian-bagian dudukan bola lampu sederhana ini terdiri atas bagian-bagian : terminal +, terminal -, dan jepit bola lampu, seperti pada gambar 2.2. di bawah ini.



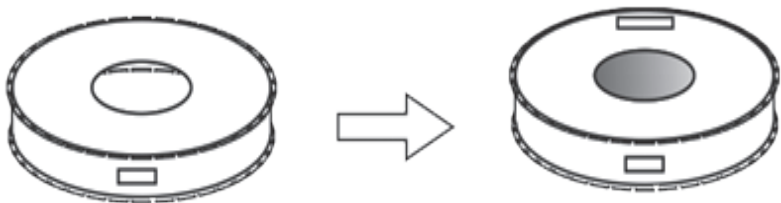
Gambar 2.2

B.3. Alat dan Bahan

- Tutup botol aqua
- Seng baterai bekas
- Paku besar/solder
- Gunting seng

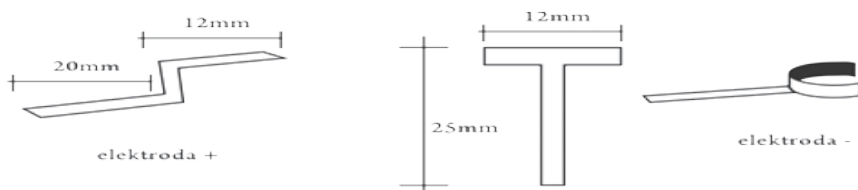
B.4. Langkah Pembuatan

- Lubangi tutup botol aqua dengan solder atau paku panas hingga tepat lubangnya sama dengan diameter elektroda bola lampu. Seperti pada gambar 2.3.di bawah ini.



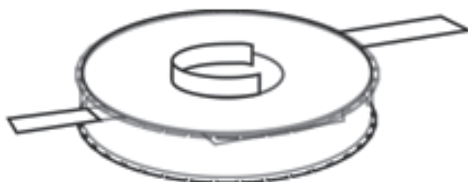
Gambar 2.3

- Buat dua buah elektroda + dan – dan satu elektrodan - dari bahan seng bekas baterai dengan ukuran seperti pada gambar 2.4.dibawah ini.



Gambar 2.4

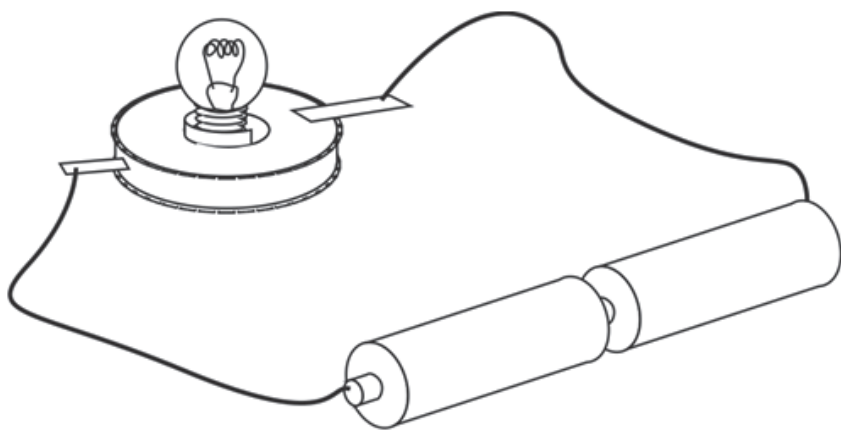
- Rakit kedua elektroda seperti pada gambar 2.5



Gambar 2.5

B.5. Uji coba dan Peneraan

Pasang bola lampu pada dudukan lampu yang telah dibuat, kemudian rangkaikan dengan baterai 3 volt seperti tampak pada gambar 2.5. Jika lampu menyala berarti dudukan lampu sudah berfungsi.



Gambar 2.5.

B.6. Penggunaan Dalam Pembelajaran

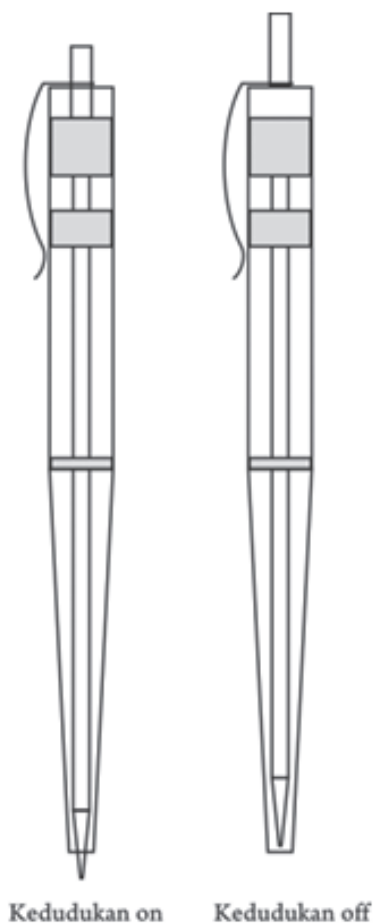
- Untuk mempelajari hubungan rangkaian tertutup dan terbuka
- Mempelajari konsep daya lampu
- Menghitung energi listrik, dan sebagainya.

C. Sakelar Pulpen Tekan

C.1. Konsep Dasar

Pulpen yang mempunyai tombol tutup buka dapat digunakan sebagai sakelar on-off. Pada saat digunakan kedudukan isi bolpoin memanjang dan pada saat tidak digunakan kedudukan isi pulpen memendek, seperti

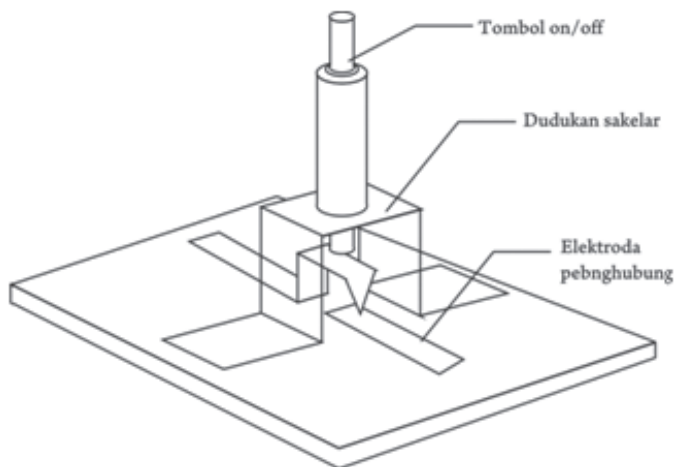
ditunjukkan pada gambar 3.1. Dua keadaan ini dapat kita jadikan sebagai sakelar on-off atau sakelar pulpen.



Gambar 3.1.

C.2. Bagian-bagian Alat

Bagian-bagian sakelar pulpen terdiri atas : tombol on-off, dudukan sakelar, dan elektroda penghubung, seperti pada gambar 3.2. di bawah ini.



Gambar 3.2

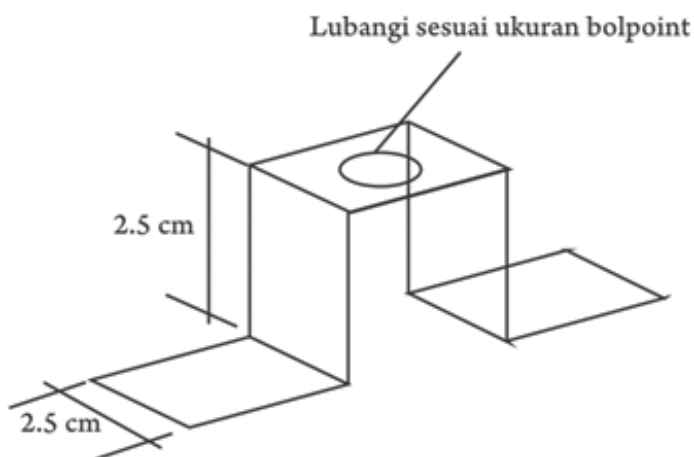
C.3. Alat dan Bahan

- Pulpen bekas merk pilot atau sejenisnya
- Keping seng batu baterai
- Mistar plastik 30 cm bekas
- Solder
- Papan tripleks/kayu bekas
- Gunting seng

C.4. Langkah Pembuatan

Pembuatanudukan sakelar

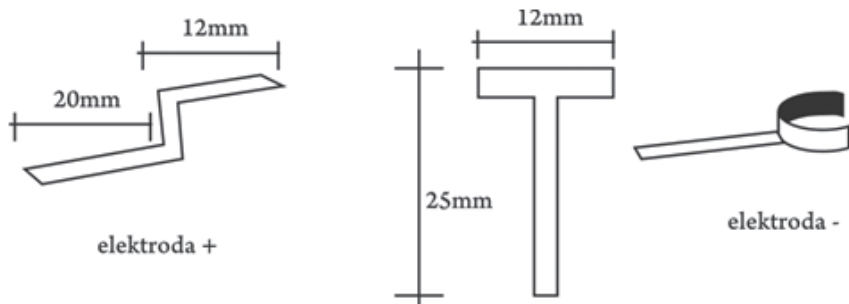
Buat dudukan sakelar dari mistar plastik bekas dengan cara memotong sesuai ukuran seperti pada gambar 3.3. Untuk menekuk plastik dan melubangi plastik gunakan solder.



Gambar 3.3

Pembuatan Elektroda penghubung

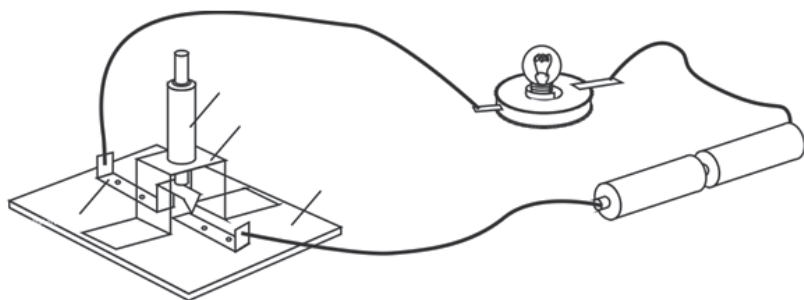
Siapkan seng bekas baterai dan gunting sesuai ukuran untuk membuat elektroda penghubung, seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4

C.5. Uji coba dan Peneraan

Setelah selesai dirakit saklar pulpen tersebut, Lakukan uji coba membuat rangkaian untuk menyala matikan lampu seperti pada gambar 3.5. di bawah ini.



Gambar 3.5

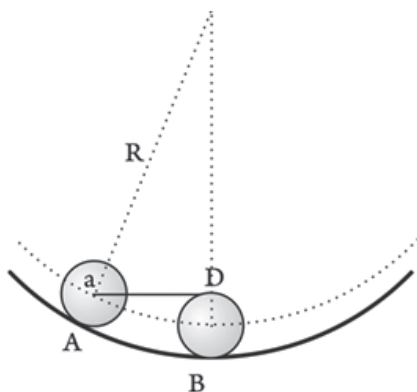
C.6. Penggunaan dalam Pembelajaran

Sebagai alat bantu pada percobaan tentang penyelidikan konsep : mengukur arus listrik, menguji coba sikring, pemutus arus ke rangkaian, dan sebagainya.

D. Model Rel Osilasi Kelereng

D.1. Konsep Dasar

Model osilasi kelereng dapat digunakan untuk menentukan Konstanta Percepatan Gravitasi (g). Kita misalkan suatu bola pejal (kelereng) dilepas pada lintasan lengkung dengan jari-jari R akan mengalami gerak osilasi bolak balik. Misalnya kelereng dengan jari-jari a diletakkan pada rel melengkung dengan jari-jari R . Gerakan kelereng pada rel mirip dengan gerakan ayunan bandul sederhana dengan panjang tali $(R-a)$.



Gambar 4.1

Dengan menggunakan hubungan translasi energi, misalnya kelereng pada awal berada diposisi **A** dan pada kedudukan seimbang berada di **B**. Kehilangan energi oleh gerak dengan kecepatan linier bola dari **A** ke **B** adalah Mgh dimana h adalah tinggi **OD**. Energi yang hilang berubah menjadi energi kinetik dengan persamaan energi adalah sebagai berikut :

$$Mgh = \frac{1}{2} Mv^2 + \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot v^2 \left(M + \frac{I}{a^2} \right)$$

$$\text{Dimana } \omega = \frac{v}{a} \text{ dan } I = \frac{7}{5} Ma^2$$

$$Mgh = \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{5} Mv^2$$

Jadi

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{5} Mv^2$$

Periode ayunan pendulum dengan persamaan kecepatan :

$$v_p^2 = 2gh \quad \text{adalah } T_p = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ maka periode}$$

osilasi untuk gerak kelereng adalah :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{7(R-a)}{5g}}, \text{ dalam persamaan gravitasi}$$

menjadi

$$g = \frac{28\pi^2(R-a)}{5T^2} \dots\dots\dots(4.1)$$



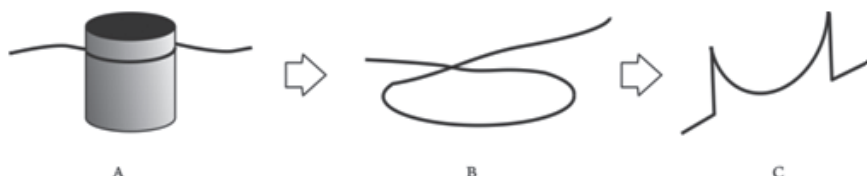
D.2. Alat dan Bahan

- Kawat jemuran
- Kelereng
- Papan tripleks
- Kaleng susu berdiameter 20 cm
- Tang
- Palu
- Ampelas

D.3. Langkah Pembuatan

Pembuatan lengkung duduk

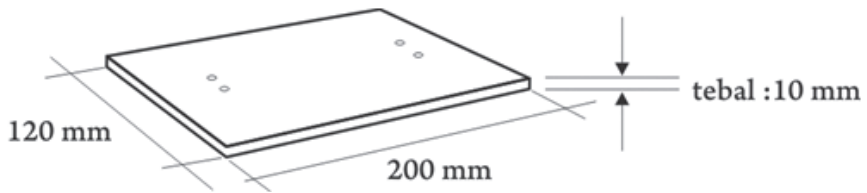
Sediakan kawat jemuran sepanjang 40 cm dan lilitkan ke kaleng susu sehingga berbentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran, kemudian tekuk menggunakan tang sehingga membentuk lengkungan duduk (dibuat dua buah), seperti pada gambar 4.1. dibawah ini.



Gambar 4.1.

Pembuatan papan landasan

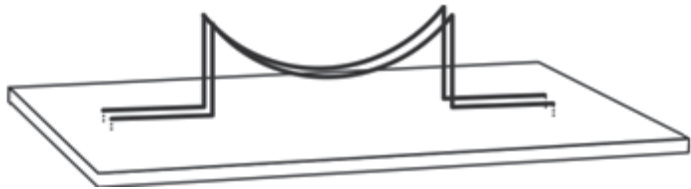
Siapkan papan kayu atau multiplek dengan ukuran 12 x 20 x 1 cm. Lubangi 4 buah lubang dengan paku untuk menancapkan lengkungan duduk kawat jemuran tadi. Seperti pada gambar 4.2. dibawah ini.



Gambar 4.2

Perakitaan akhir

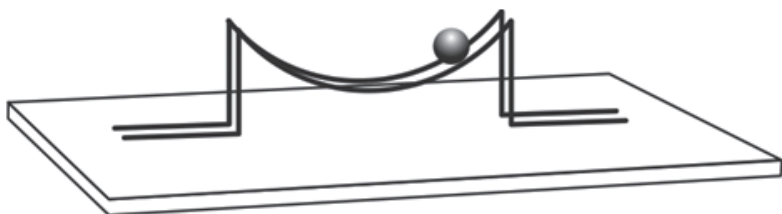
Pasang lengkungan duduk hingga membentuk rel bola pada papan landasan seperti pada gambar 4.3. dibawah ini.



Gambar 4.3.

D.4. Uji coba dan Peneraan

Letakkan bola kelereng pada rel sehingga menggelinding dan amati, apakah bola bergerak bolabalik atau berosilasi dengan sempurna. Jika sudah berosilasi dalam waktu yang agak cukup lama, berarti alat model rel osilasi bola sudah bisa digunakan untuk mengukur konstanta gravitasi (g).



Gambar 4.4.

D.5. Penggunaan Dalam Pembelajaran

Tujuan percobaan: menentukan konstanta gravitasi g .

Prosedur :

- o Ukur diameter kelereng dengan mistar atau jangka sorong.

$a = \dots\dots\dots \text{mm}$

- o Ukur diameter kelengkungan dudukan rel osilasi,
 $R = \dots\dots\dots \text{mm}$

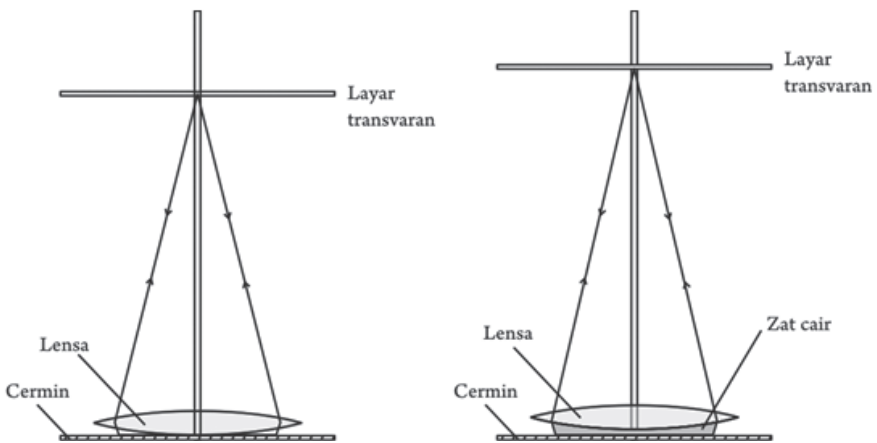
- o Siapkan stopwatch atau jam tangan. Simpangkan kelereng pada rel osilasi selama 1 menit. Misal jumlah dalam 1 menit adalah 30 gerak bolak balik. Waktu periode T adalah waktu yang dibutuhkan untuk 1 getaran. Jadi waktu $T = 1/30 \text{ menit} = (1/30) \times 60 = 2 \text{ detik}$.

- o Dari data yang diperoleh. Tentukan g berdasarkan persamaan (4.1).

E. Model Uji Indeks Bias

E.1. Konsep Dasar

Dengan meletakkan cairan dengan indeks bias n di antara cermin datar dan lensa, cahaya dari suatu titik cahaya yang datang padanya akan dipantulkan kembali oleh cermin. Jika kita menaruhnya sebuah layar berada di sekitar titik fokus lensa, bayangan pantulan akan tertangkap oleh layar di sekitar titik fokus f_1 lensa, seperti pada gambar 5.1. dibawah ini.



Gambar 5.1.

Kita misalkan panjang fokus lensa gabungan f_{gab} , yaitu gabungan *plan konkaf* zat cair dan lensa dengan panjang fokus f_1 . Berdasarkan persamaan lensa gabungan bahwa :

$$\frac{1}{f_{gab}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \dots\dots\dots (1)$$

Jadi jika f_{gab} dan f_1 diketahui maka f_2 dapat dihitung.

Kita tahu bahwa persamaan lensa untuk lensa tebal dengan indeks bias n diberikan oleh persamaan :

$$\frac{1}{f_2} = (n_L - 1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{\infty} \right) \dots\dots\dots (2),$$

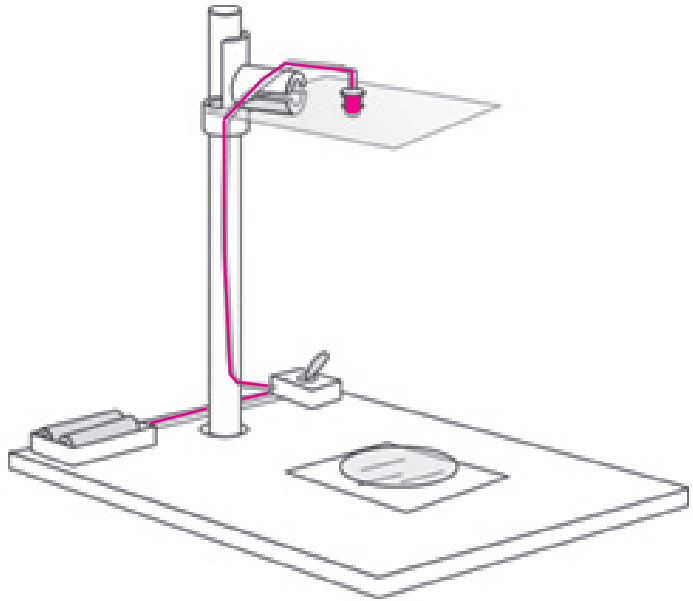
dimana f_2 dan r keduanya bernilai negatif.

Dari persamaan (1) dan (2) kita peroleh :

$$n_L = 1 + \frac{r}{f_2} \dots\dots\dots (3)$$

E.2. Bagian-bagian Alat

Bagian-bagian alat ini terdiri atas : landasan, tiang, layar, sumber cahaya, lensa, cermin, dan sumber daya baterai, seperti pada gambar 5.1.dibawah ini.



Gambar 5.1

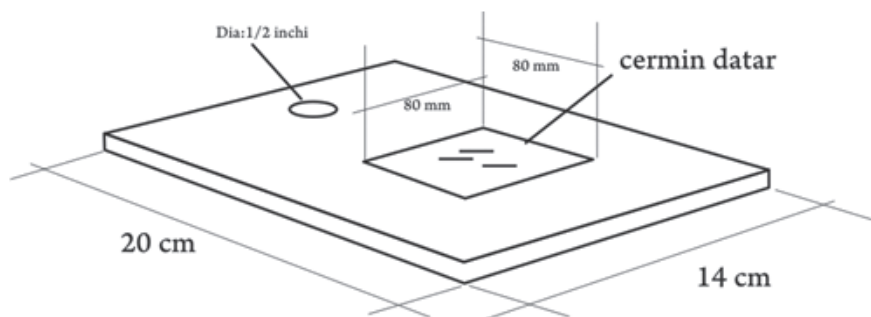
E.3. Alat dan Bahan

- Lensa-mistar atau lensa kaca pembesar plastik.
- Paralon ukuran $\frac{1}{2}$ inchi dengan panjang 40 cm
- Sambungan paralon T $\frac{1}{2}$ inchi 1 buah
- Plastik tutup tuperware
- Lampu LED
- Kotak baterai
- Kabel
- Sakelar
- Cermin datar
- Layar plastik tutup mentega
- Balok kayu/tripleks

E.4. Langkah Pembuatan

Pembuatan landasan

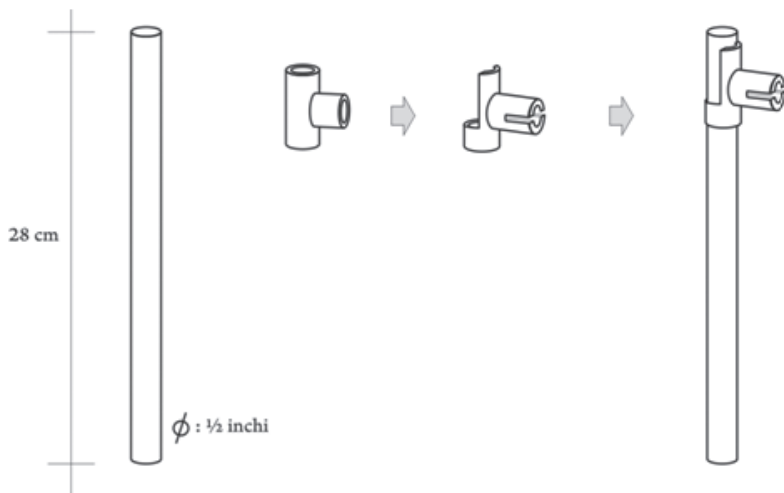
Siapkan papan multiplek dengan ukuran seperti pada gambar dan sebuah cermin datar kecil dan buat celah tempat menempatkan cermin pada papan dasar landasar. Lubangi pada bagian pinggir sebesar diameter paralon, Seperti pada gambar 5.2. dibawah ini.



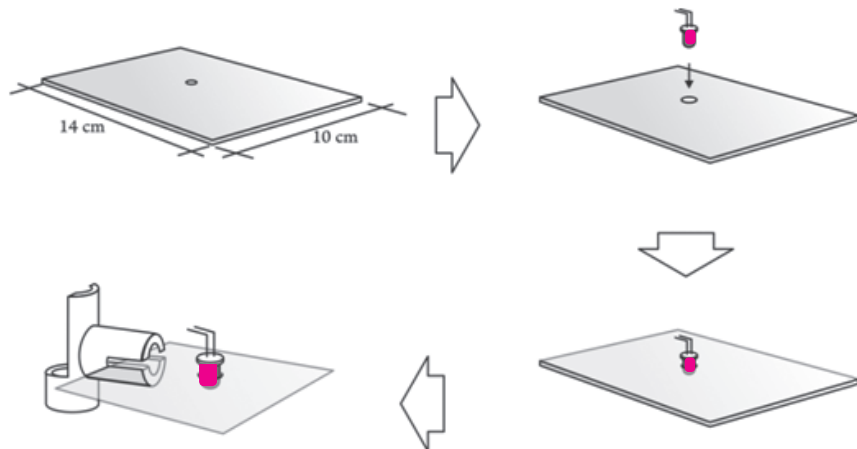
Gambar 5.2

Pembuatan tiang

Potong pipa paralon sepanjang 28 cm dan siapkan pula pipa T paralon dan bentuk hingga seperti pada gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3



Gambar 5.4

Pembuatan layar transparan dan sumber sinar

Usahkan pada pembuatan bagian ini, sumber sinar dan layar transparan berada dalam satu garis. Siapkan lembar plastik transparan dari bekas plastik misting atau stoples. Lubangi di tengah-tengah papan plastik seukuran lampu LED dan masukkan LED ke dalam lubang tersebut, lihat berturut-turut urutan pengerjaannya seperti pada gambar 5.4. diatas.

E.5. Uji coba dan Peneraan

- o Nyalakan lampu LED dan atur kedudukan lampu LED dan lensa hingga ditemukan bayangan lampu LED yang jelas pada layar dengan cara menggeser layar arah vertikal.
- o Ukur jarak dari cermin datar ke layar pada saat ditemukan bayangan lampu LED yang jelas, yaitu jarak $f_1 = \dots\dots\dots \text{cm}$.
- o Sekarang, singkirkan lensa lalu teteskan di atas cermin beberapa tetes air.
- o Letakkan kembali lensa di atas tetes air sambil mengamati nyala lampu LED di layar. Geser layar untuk mencari nyala lampu LED yang jelas. Setelah di dapatkan jarak ini, jarak ini merupakan jarak fokus gabungan $f_{gab} = \dots\dots\dots \text{cm}$
- o Tentukan f_2 dengan menggunakan persamaan (1), $f_2 = \dots\dots\dots \text{cm}$.

- o Ukur jari-jari lensa dengan menggunakan metode Boy's, yaitu $r = \dots \text{cm}$
- o Cari indeks bias air dengan menggunakan persamaan (3).

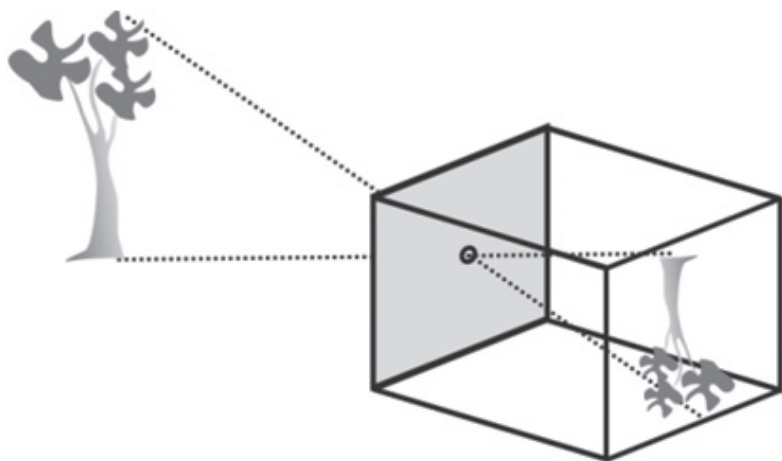
E.6. Penggunaan dalam Pembelajaran

- o Menerapkan persamaan lensa tipis.
- o Menerapkan persamaan lensa tebal dengan indeks bias lensa n dan berjari-jari r .
- o Menentukan indeks bias cairan seperti : air, alkohol, spirtus, dan sebagainya.

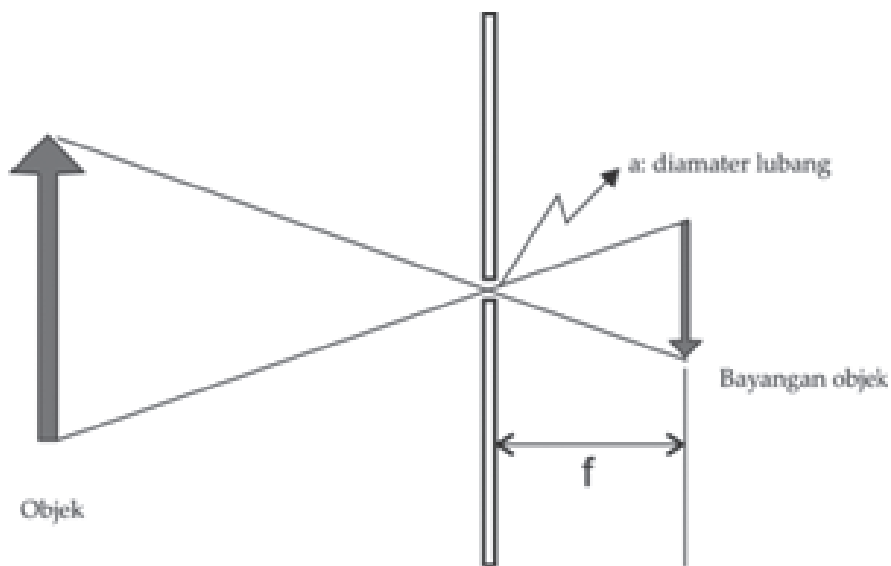
F. Kamera Lubang Jarum

F.1. Konsep Dasar

Cara kerja kamera lubang jarum mirip dengan cara kerja lensa tipis positif, dimana objek yang berada di depan lubang jarum akan difokuskan atau terproyeksi pada layar tepat berada pada jarak fokusnya dan dengan bayangan terbalik, seperti gambar 6.1. dibawah ini.



Gambar 6.1



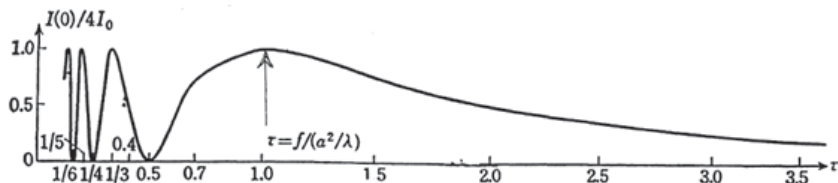
Gambar 6.2

Intensitas kecerahan bayangan objek yang melalui lubang jarum ditunjukkan seperti pada gambar 1. Terlihat bahwa perbandingan intensitas kecerahan maksimum bergantung pada panjang gelombang (λ), jarak fokus (f), dan jari-jari lubang jarum (a). Intensitas maksimum terjadi pada : $\tau = \frac{f}{(a^2/\lambda)}$. Secara teoritis nilai $\tau=0.999$ dan eksperimen $\tau=1$.

Untuk $\tau=1$, fokus lubang jarum orde pertama $f = \frac{a^2}{\lambda} = 55 \text{ mm}$. Untuk suatu fokus orde 2 atau orde kamera F adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{f}{2a} = 55/2(0.17) = 161.2 \text{ mm} = \text{kurang lebih } 16 \text{ cm}.$$

diameter lubang jarum $= 2a = 0.34 \text{ mm}$ dan ketebalan lubang jarum adalah 0.05 mm .



Gambar 6.3

F.2. Alat dan Bahan

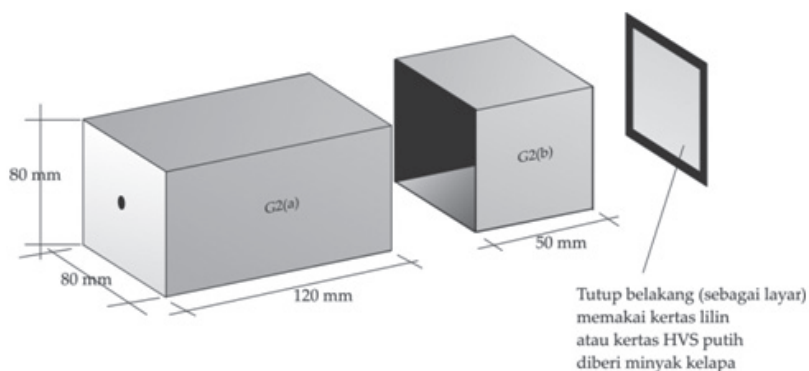
- o Lem araldit
- o Kertas Karton Hitam
- o Jarum jahit

F.3. Langkah Pembuatan

Buat dua buah kotak kertas dengan ukuran seperti pada gambar 6.4. dibawah ini.

Ukuran kotak dapat masuk ke dalam kotak belakang dan dapat digeser-geser untuk menempatkan bayangan jatuh dapat diatur tampak jelas pada layar. Lakukan percobaan di ruang gelap dan arahkan lubang jarum ke objek yang berada di ruang terang

Kotak terbuat dari bahan kertas karton tebal warna hitam atau kertas lain dengan mengusahkan bagian dalam kotak hitam kusam (dapat menyerap cahaya). Bahan pinhole: Usahkan dari bahan kertas tipis tetapi tidak tembus cahaya. Sebaiknya menggunakan aluminum foil atau pelat tembaga tipis dilubangi dengan ukuran kira-kira 0.5 mm (lihat teori). Lubang harus bersih jangan sampai ada yang kasar bagian tepinya.



Gambar 6.4

F.4. Uji coba dan Peneraan

Arahkan model kamera ini ke jendela ruang kelas di beberapa tempat di sudut ruang kelasmu. Geser-geser kotak layarnya, dan amati. Apakah gambar jendela sudah terlihat jelas pada layar dan terbalik. Jika sudah, berarti alat sudah berfungsi dengan baik.

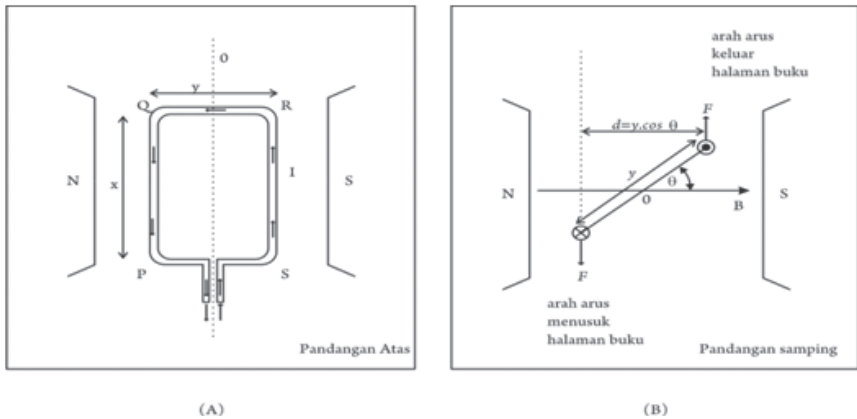
F.5. Penggunaan dalam Pembelajaran

- o Mendemonstrasikan sifat-sifat cahaya melalui celah kecil.
- o Menyelidiki pembentukan bayangan oleh celah kecil.

G. Motor Listrik Kumparan Kabel

G.1. Konsep Dasar

Motor listrik adalah suatu piranti yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Arus listrik yang mengalir dalam medan magnet akan membangkitkan gaya magnet. Sehelai konduktor yang dibentuk sedemikian rupa hingga arah arus saling berlawanan dalam suatu kedudukan paralel di dalam medan listrik dengan bebas akan mendapat gaya dan cenderung berputar.



Gambar 7.1.

Kita pandang suatu lup arus PQRS pandangan atas berotasi pada sumbu O berada dalam medan magnet $N-S$ dengan rapat fluks B , gambar 7.1.(A). Misal I adalah arus yang mengalir pada bidang tegak lurus B . Gaya pada pangsa PS dan QR keduanya searah medan dan tegak lurus sumbu rotasi sehingga tidak ada torsi pada lup ini. Akan tetapi pada lup PQ dan SR arus saling anti paralel dan selalu berada tegak lurus pada B . Besarnya gaya yang saling berlawanan F dari arus anti paralel besarnya adalah :

$$F = IxB \sin 90 = IxB \dots\dots\dots(7.1)$$

Dimana x adalah panjang setiap pangsa yang besarnya sama tetapi berlawanan arah aksi gayanya. Gabungan kedua kopel membentuk dan menaikkan torsi pada sumbu- x di O dari lup.

Jarak tegak lurus antara garis gaya yang bekerja adalah $d = y \cos \theta$; jadi besarnya torsi total adalah :

$$\tau_o = dF = (y \cos \theta)(IxB) = BxyI \cos \theta \dots\dots\dots(7.2)$$

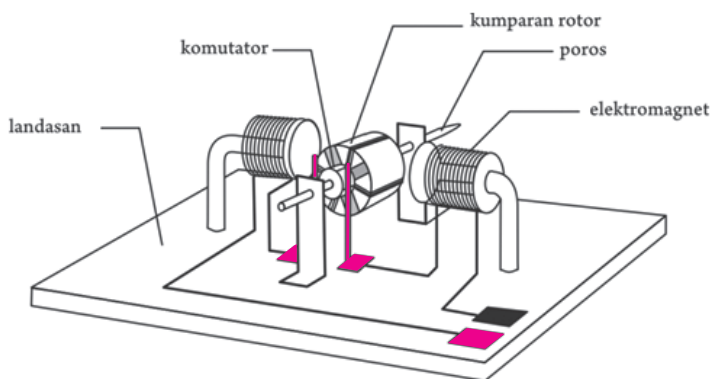
Dimana xy adalah luas A dari lup. Jadi

$$\tau_o = BAI \cos \theta \dots\dots\dots(7.3)$$

Catatan, kita lihat pada persamaan (7.3) bahwa torsi maksimum terjadi pada saat sudut $q = 0^\circ$, yaitu ketika bidang PS sejajar medan magnet. Pada $q = 90^\circ$ torsi menjadi nol dan terbangkit kembali setelah melewati $q = 90^\circ$. Kejadian ini berulang hingga lup berputar terus menerus sesuai arus yang dibangkitkan.

G.2. Bagian-bagaian Alat

Bagian-bagian alat terdiri atas : landasan, kumparan rotor, poros, dan kumparan elektromagnet, seperti pada gambar 7.2. dibawah ini.



Gambar 7.2.

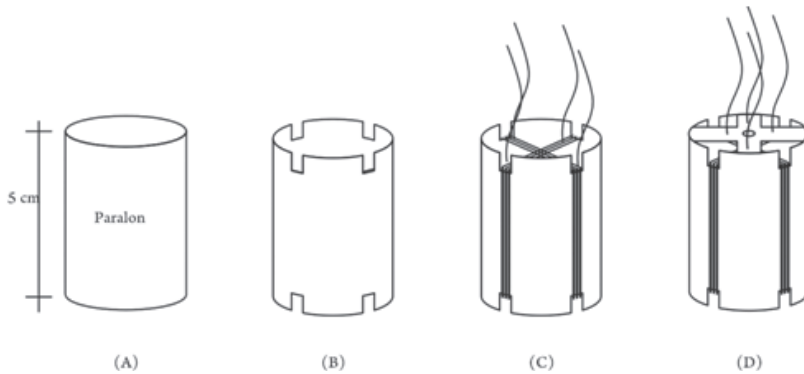
G.3. Alat dan Bahan

- o Papan multipleks 15 x 12 cm
- o Paku besar
- o Kabel kecil atau kabel telepon
- o Pipa Paralon $\frac{1}{2}$ inchi, 20 cm
- o Jari-jari sepeda
- o Tutup aqua
- o Lem superglue
- o Jarum jahit besar (jarum karung goni/jarum layar)
- o Penghapus karet pinsil

G.4. Langkah Pembuatan

Pembuatan kumparan rotor

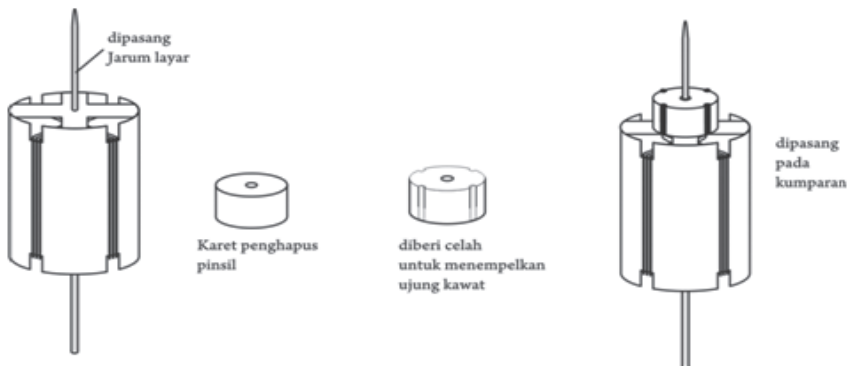
Kumparan rotor dapat dibuat dari pipa paralon dengan ukuran dan cara pembuatannya seperti ditunjukkan pada gambar 7.3. dibawah ini. Jangan lupa dibuat 4 buah celah bawah dan 4 buah celah atas terlebih dulu, kemudian baru dililitkan kabel. Ujung-ujung kabel dihubungkan ke *komutator*, lihat bagian pembuatan komotator.



Gambar 7.3.

Pembuatan komutator

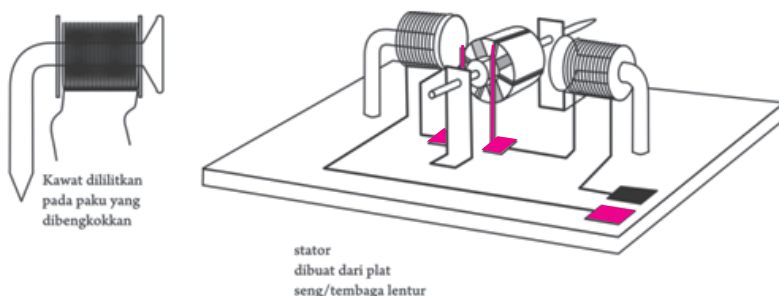
Komutator dapat dibuat dari PCB polos karet penghapus pensil. Urutan cara pembuatannya ditunjukkan pada gambar 7.3. dibawah ini.



Gambar 7.4

Pembuatan elektromagnet

Untuk menimbulkan medan magnet B dapat digunakan dengan cara elektromagnet. Pembuatan elektromagnet dapat digunakan paku besar yang dililiti dengan kabel kecil dan ditaruh pada papan multiplek dengan urutan pengerjaan seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.5. dibawah ini.



Gambar 7.5

G.5. Uji coba dan Peneraan

Hubungkan terminal negatif dan positif model motor listrik ke baterai 6 volt dan gerakkan sedikit. Apakah kumparan bergerak, jika motor sudah bergerak berarti motor listrik sudah berfungsi dengan baik.

G.6. Penggunaan dalam Pembelajaran

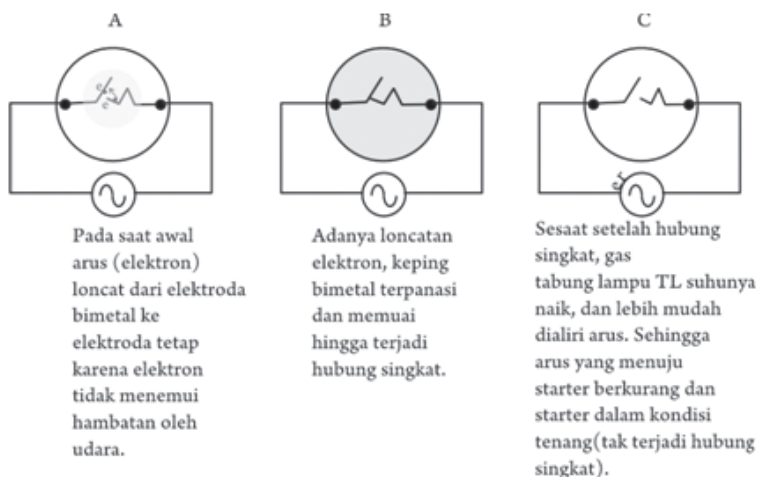
- o Mendemonstrasikan torsi yang dibangkitkan medan magnet
- o Mempelajari cara kerja motor listrik
- o Menyelidiki efisiensi motor listrik

H. Model Alarm Kebakaran

H.1. Konsep Dasar

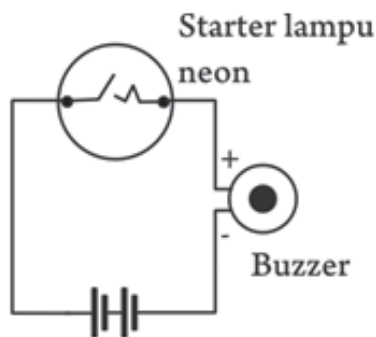
Suatu bahan yang jika dikenai panas bentuknya berubah umumnya dikenali sebagai bimetal. Model bimetal sekarang umumnya tidak menggunakan dua logam yang berbeda, tetapi dapat juga dalam bentuk satu jenis logam yang sama tetapi salah satu lapisannya dipolesi atau diberi campuran bahan tertentu hingga koefisien muainya berbeda. Susunan starter lampu TL dan cara kerjanya seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.1





Gambar 8.1

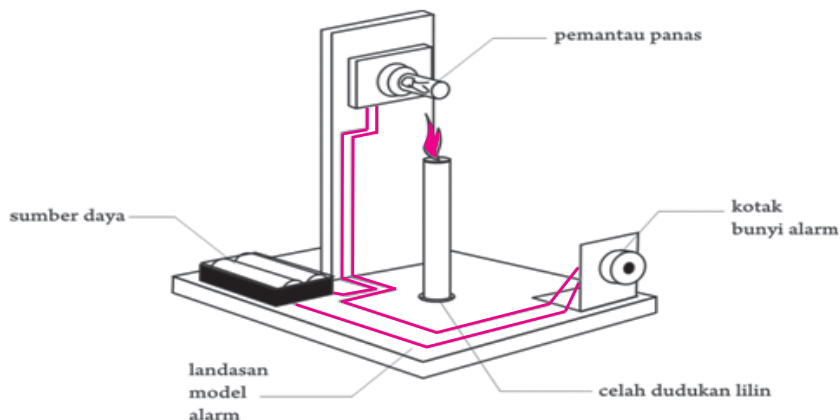
Berdasarkan prinsip kerja starter lampu neon tersebut, maka dapat kita gunakan starter lampu TL sebagai pemantau panas, yaitu ketika ada panas bimetal yang ada pada lampu TL mengembang dan terjadi hubungan arus. Bentuk rangkaian untuk model pemantau kebakaran ini ditunjukkan pada gambar 8.2.



Gambar 8.2.

H.2. Bagian-bagian alat

Bagian-bagian model alarm kebakaran ini terdiri atas ; pemantau panas,udukan pemantau, kotak bunyi alarm, dan sumber daya. Seperti pada gambar 8.3. dibawah ini.



Gambar 8.3

H.3. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada pembuatan model alarm kebakaran ini adalah:

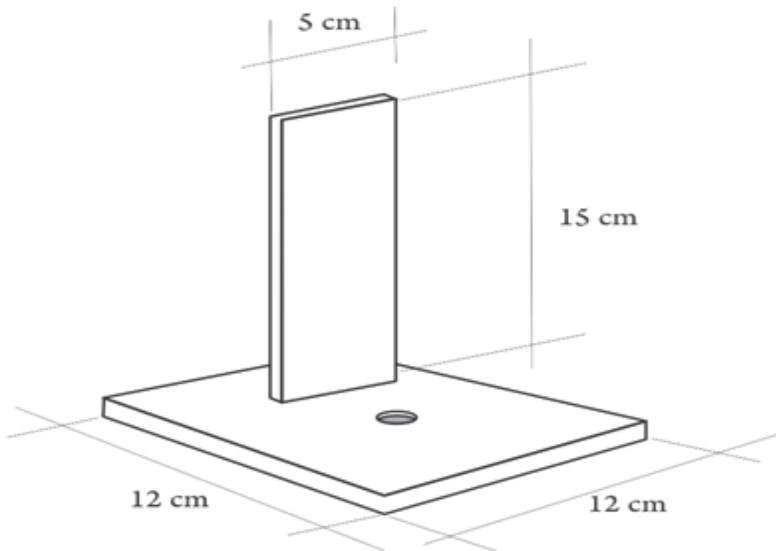
- o Starter lampu neon bekas
- o Buzzer
- o Kotak baterai
- o Baterai

- o Kabel
- o Multipleks 5 mm
- o Lilin

H.4. Langkah Pembuatan

Pembuatanudukan model alat

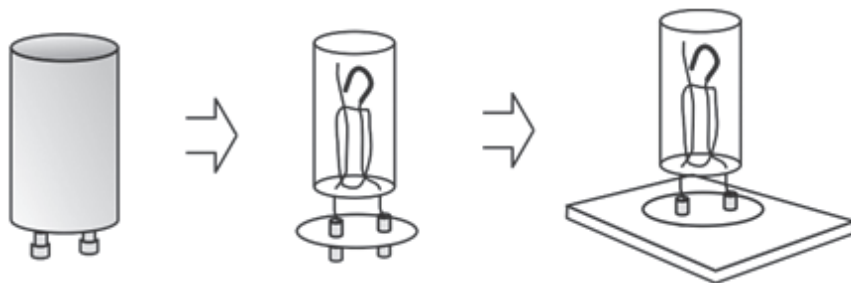
Siapkan multipleks 5 mm dan bentuklah seperti pada gambar 8.4.



Gambar 8.4

Pembuatan pemantau panas

Bukalah bagian selubung starter dan setelah itu pasanglah starter pada papan ukuran 5 x 5 cm. Lihat urutan pembuatannya seperti pada gambar 8.5.



Gambar 8.5

H.5. Uji coba dan Peneraan

Pasang baterai pada kotak baterai dan nyalakan lilin, tunggu beberapa detik. Apakah buzzer berbunyi. Jika berbunyi, berarti alat sudah berfungsi dengan baik.

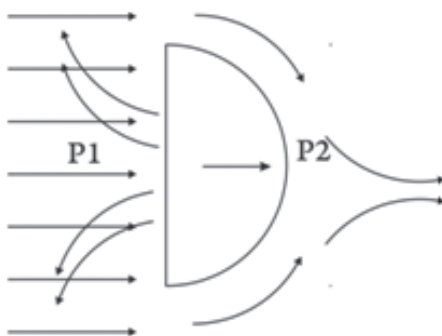
H.6. Penggunaan Dalam Pembelajaran

- o Materi pemuai dan prinsip kerja bimetal
- o Aplikasi kasi bimetal sebagai pemantau/detektor panas

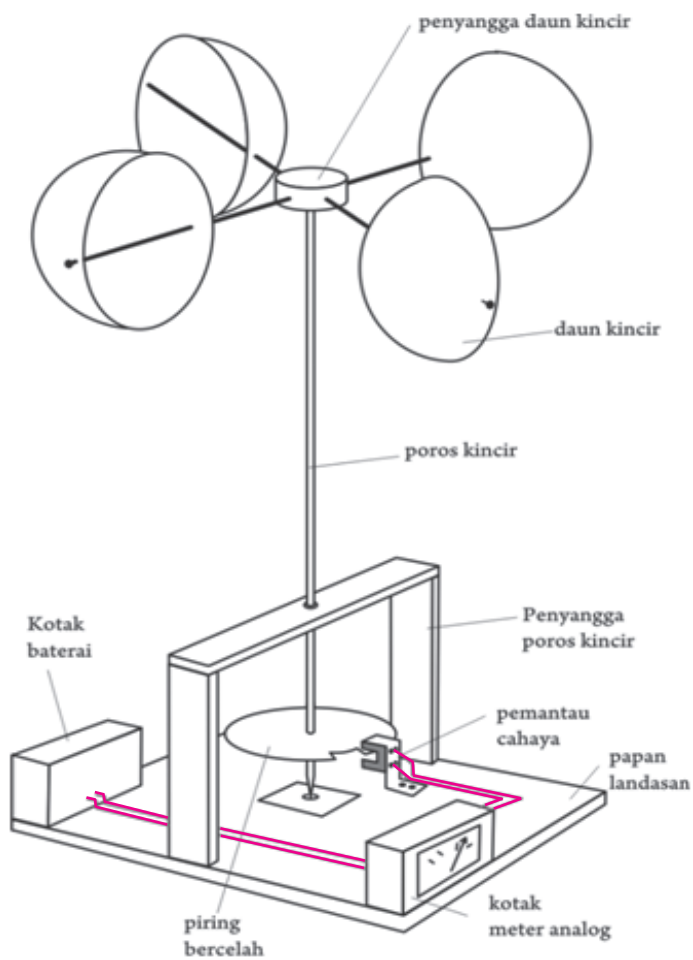
I. Anemometer Bola Pingpong

I.1. Konsep Dasar

Anemometer adalah suatu piranti alat ukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Angin atau aliran massa udara dari tekanan tinggi ke tekanan rendah mempunyai energi kinetik, apabila menumbuk penghalang bebas dan penghalang bebas tersebut akan bergerak (tergantung gesekan penghalang). Sebagai penghalang bebas pada perancangan alat ukur kecepatan angin ini digunakan kincir dengan daun kincir dari bola pingpong. Pandang suatu bagian daun kincir dari bola pingpong sebagai berikut :



Pada saat angin menumbuk bagian depan daun bola pingpong, tekanan di P_1 lebih besar dari pada di P_2 . Dengan adanya perbedaan tekanan tersebut, terjadi gaya yang mendorong daun bola pingpong. Karena hambatan di sekitar udara bebas konstan bergesekan dengan daun kincir, ada 4 daun kincir, maka gerak daun kincir kecepatannya konstan dan hampir equivalent dengan kecepatan udara yang bergerak (kecepatan angin).



Gambar 9.1

I.2. Alat dan Bahan

- o Kawat jari-jari sepeda, 5 buah
- o Multiplek 5mm, lihat ukuran
- o Plat seng baterai bekas, secukupnya
- o Bola pingpong, 2 buah
- o Meter analog.

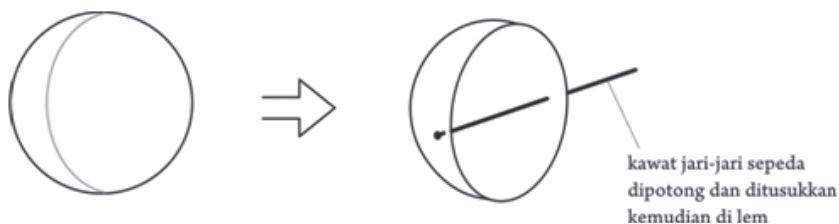
I.3. Bagian-bagian alat

Bagian-bagian alat terdiri atas : penyangga daun kincir, daun kincir, poros kincir, penyangga poros kincir, piring bercelah, pemantau cahaya, papan landasan, kotak baterai, dan kotak meter analog. Seperti pada gambar 9.1.

I.4. Langkah Pembuatan

Pembuatan daun kincir

Daun kincir terbuat dari belahan bola pingpong yang disangga dengan kawat jari-jari speda. Kontruksi untuk daun kincir ini diperlihatkan pada gambar 9.2.



Gambar 9.2

Pembuatan penyangga daun kincir

Penyangga daun kincir dibuat dari papan multipleks yang dibuat dengan bentuk bulat atau persegi dengan 4 buah lubang pada masing-masing mukanya seperti yang ditunjukkan seperti pada gambar 9.3.



Gambar 9.3

Pembuatan poros kincir

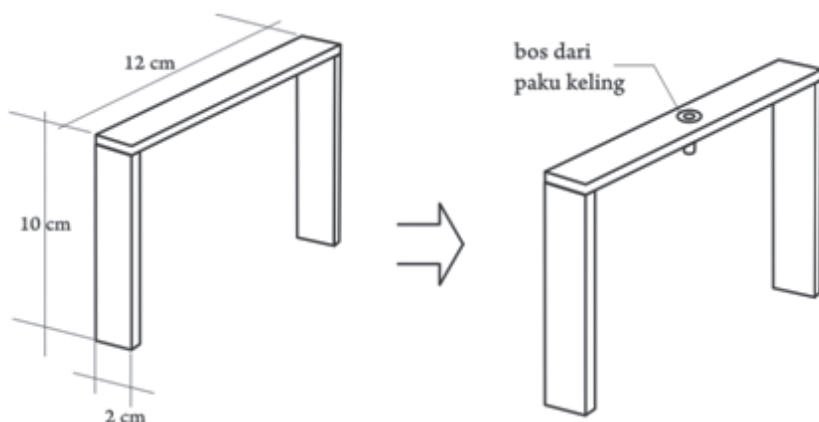
Poros kincir dibuat dari kawat jari-jari yang salah satu ujungnya diruncingkan dengan kikir atau ampelas dan ujung lainnya dipotong, seperti pada gambar 9.4. dibawah ini.



Gambar 9.4.

Pembuatan penyangga poros kincir

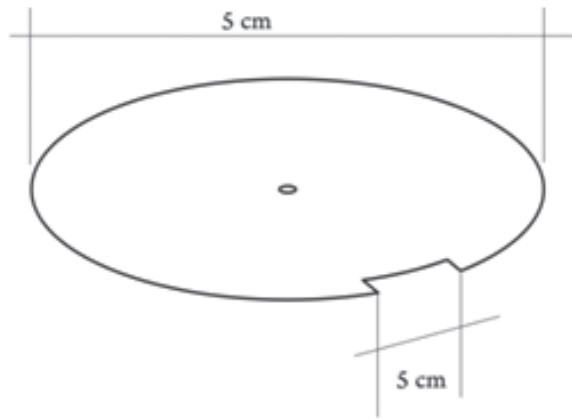
Penyangga poros kincir terbuat dari papan multipleks 10 mm. dengan ukuran untuk masing-masing bagiannya diperlihatkan pada gambar 9.5. Untuk lubang poros supaya licin dapat digunakan bos paku keling atau menggunakan laher berukuran kecil.



Gambar 9.5

Pembuatan piring bercelah

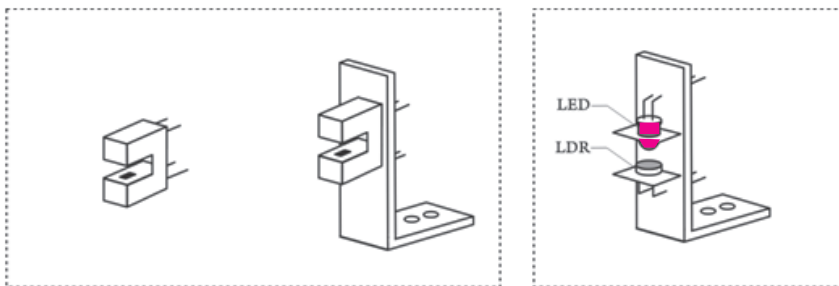
Piring bercelah dapat dibuat dari bahan plat atau yang paling mudah dengan menggunakan bahan dari kertas karton. Caranya, buat lingkaran dengan jangka dan lubangi bagian tepinya. Lihat gambar 9.6.



Gambar 9.6.

Pembuatan pemantau cahaya

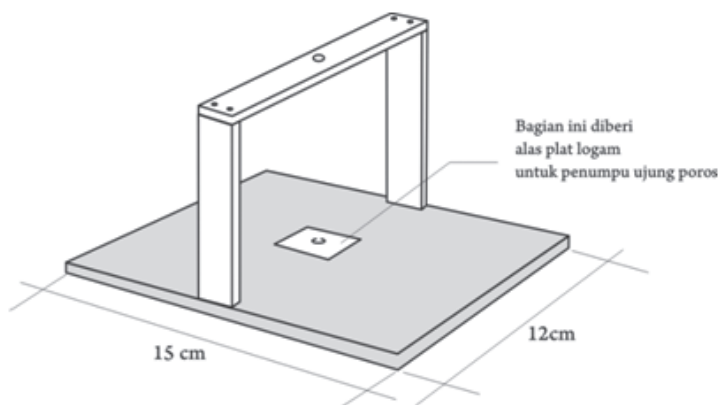
Pemantau cahaya dapat dibuat dari sakelar cahaya, saklar cahaya dapat ditemukan di toko-toko elektronik. Jika ada kesulitan mencari sakelar cahaya, anda dapat membuatnya dengan menggunakan LDR dan lampu LED. Seperti pada gambar 9.7. dibawah ini.



Gambar 9.7

Pembuatan papan landasan

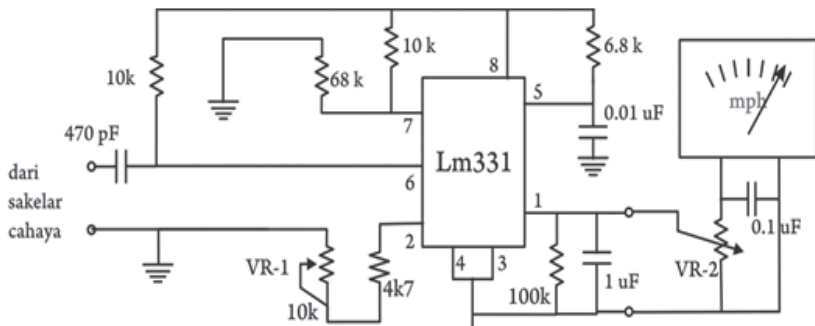
Papan landasan terbuat dari papan multipleks dengan ukuran seperti pada gambar 9.8. Pada bagian tengah diberi alas plat tipis yang berguna sebagai penumpu poros kecil.



Gambar 9.8.

Pembuatan kotak meter analog

Kotak meter memiliki sejumlah komponen elektronika yang terhubung antar satu sama lainnya. Untuk itu anda bisa gunakan PCB berlubang untuk merakit antar sambungan komponennya. Rangkaian elektronik ini berfungsi untuk mengubah sinyal kotak dari celah cahaya menjadi tegangan, dimana semakin naik frekuensi sinyal, tegangan/arus keluaran akan naik pula hingga mengubah kedudukan jarum VU_meter. Peralatan komponen elektronik yang diperlukan dapat dilihat pada rangkaian pada gambar 9.7.

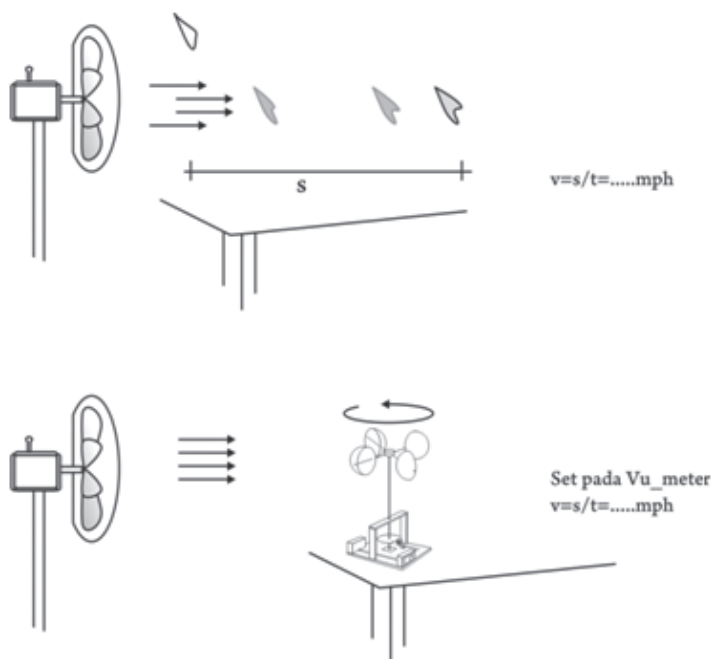


Gambar 9.7

I.5. Uji coba dan Peneraan

Uji coba sederhana dapat dilakukan dengan cara meniupkan angin dari sebuah kipas angin yang kecepatan anginnya dapat diset pada kondisi rendah atau tinggi.

Langkah pertama, siapkan stopwatch dan secarik kertas untuk menguji kecepatan angin dari kipas angin. Ukur waktu t secarik kertas bergerak sejauh s , seperti pada gambar 9.8, diperoleh kecepatan angin $v = s/t = \dots$.mph. lakukan untuk beberapa kali harga v dan ambil rata-ratanya. Selanjutnya, dekatkan anemometer yang telah kita buat pada kipas angin sejauh kira-kira 1 meter. Sambil memperhatikan V_u _meter, set angka v yang telah diperoleh pada skala V_u _meter dengan cara mengatur trimpot VR-1 dan VR-2.



Gambar 9.8.

I.6. Penggunaan dalam Pembelajaran.

- o Mengukur kecepatan angin
- o Berlatih melakukan peneraan/kalibrasi kecepatan angin
- o Berlatih mengambil data dari data ril
- o Berlatih menghitung dan menetapkan skala
- o Menerapkan hukum-hukum tentang aliran fluida
- o Mempelajari sifat aerodinamika angin
- o Mengestimasi keadaan cuaca berdasarkan kecepatan angin

J. Model Pembangkit Listrik Tenaga Angin

J.1. Konsep Dasar

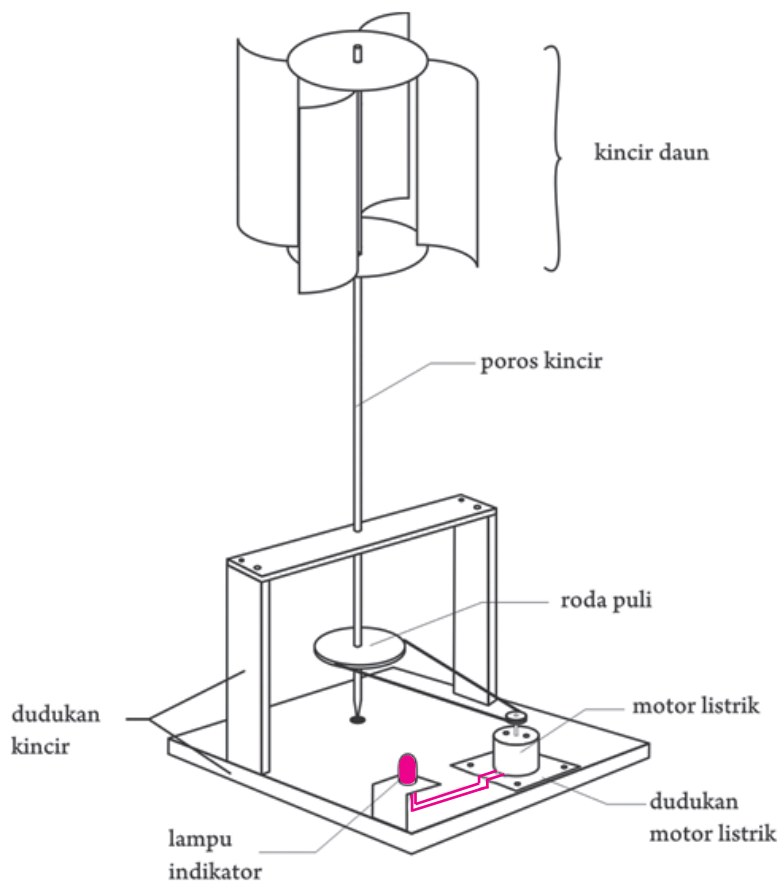
Model pembangkit listrik tenaga angin adalah suatu model sederhana yang dapat memperlihatkan mekanisme perubahan energi kinetik angin menjadi energi listrik. Sebagai penangkap energi atau tenaga angin dalam model ini digunakan kincir daun silindris. Jenis ini mempunyai konstruksi dapat menerima daya angin kecepatan rendah dari segala arah secara spontan. Sistem penyaluran daya dari baling-baling ke generator menggunakan sistem sabuk-puli yang telah disesuaikan dengan daya generator dan daya angin kipas angin sebagai peragaan anginnya. Sebagai indikator adanya arus listrik digunakan dua buah bola lampu diode LED agar pada kondisi angin yang rendah dapat menyala.

J.2. Alat dan Bahan

- o Kaleng minuman bersoda
- o Kaleng seng
- o Kawat jari-jari sepeda
- o Karet radio tape
- o Motor listrik 6 volt
- o Diode LED
- o Kabel merah-hitam
- o Paku keling

J.3. Bagian-bagian Alat

Bagian-bagian model alat ini terdiri atas; kincir daun silindris, poros-kincir, roda puli, sabuk penghubung, motor listrik,udukan motor listrik, dan lampu indikator.

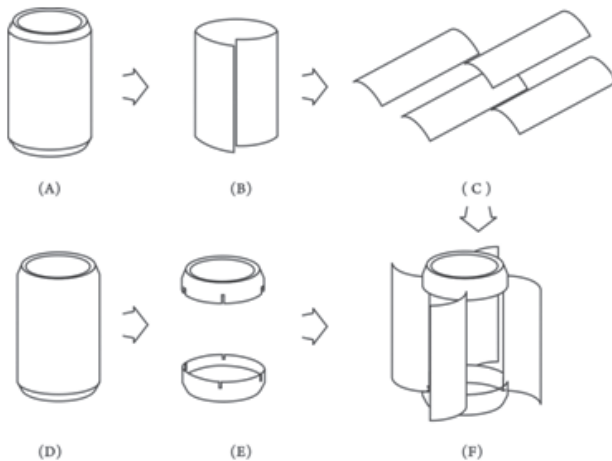


Gambar 10.1

J.4. Langkah Pembuatan :

Pembuatan kincir daun

Kincir daun dapat dibuat dari kaleng bekas minuman soda, misalnya dari bekas kaleng pocary sweet dan minuman mineral lainnya. Cara pembuatannya seperti urutan pada gambar 10.2. Sediakan 2 buah kaleng minuman soda. Satu buah untuk daun kincirnya, dan satu buah untuk penutup atas dan bawah kincir.



Gambar 10.2

Pembuatan poros kincir

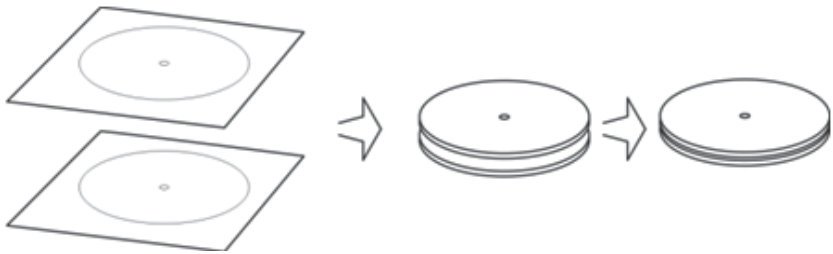
Poros kincir dibuat dari kawat jari-jari yang salah satu ujungnya diruncingkan. Gunakan kikir atau ampelas untuk meruncingkannya dan ujung yang atas dipotong, seperti pada gambar 10.3.



Gambar 10.3

Pembuatan roda puli

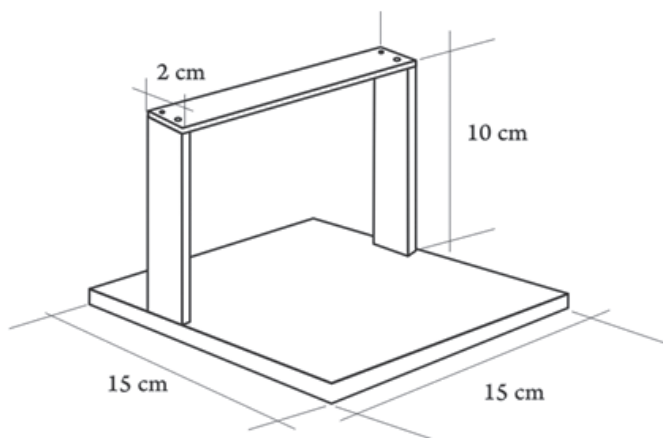
Roda puli dapat dibuat dari plat plastik, misal dari plastik misting atau dari tutup kaleng cat, atau pula dari bahan paralon sheet dibuat dua buah dan dilemkan. Urutan pengerjaannya ditunjukkan pada gambar 10.4.



Gambar 10.4

Pembuatanudukan kincir

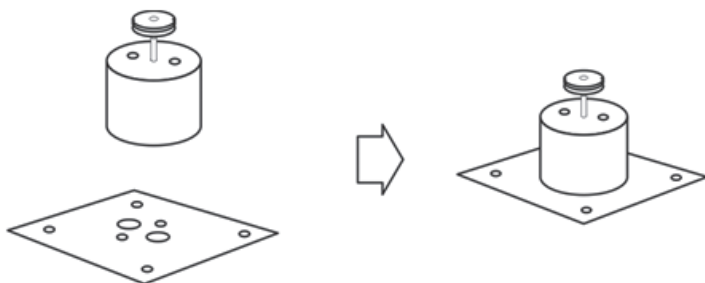
Untuk kedudukan kincir dapat dibuat dari bahan papan kayu atau multipleks dengan ukuran seperti tampak pada gambar 10.5.



Gambar 10.5

Pembuatan dudukan motor

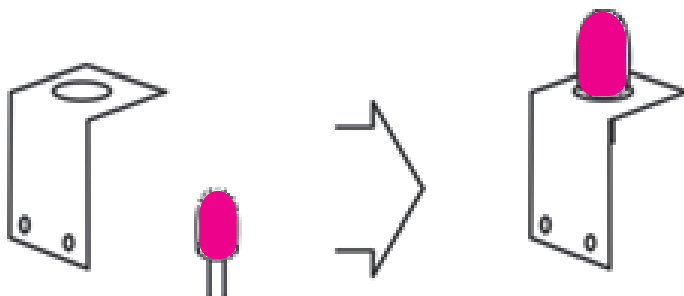
Sediakan plat seng atau plat plastik dengan ukuran 5 x 5 cm, lalu lubangi sesuai ukuran lubang bagian bawah motor listrik, seperti pada gambar 10.6.



Gambar 10.6

Pembuatanudukan lampu indikator

Untuk baiknyaudukan lampu indikator menggunakan plastik agak tebal dan transparan agar cahaya dari lampu LED cukup terang dan terbiaskan. Ukuran bebas, tetapi tidak mengganggu rangkaian lainnya, seperti gambar 10.7. dibawah ini.



Gambar 10.7

J.5. Uji coba dan Peneraan

Letakkan alat model ini di depan kipas angin lalu amati, apakah lampu LED menyala. Jika menyala, berarti alat ini sudah dapat berfungsi dengan baik.

J.6. Penggunaan dalam Pembelajaran

- o Mempelajari prinsip kerja motor listrik
- o Menerapkan konsep sumber energi terbaru
- o Menghitung efisiensi energi angin menjadi energi listrik

K. Kincir Gravitasi Air

K.1. Konsep Dasar

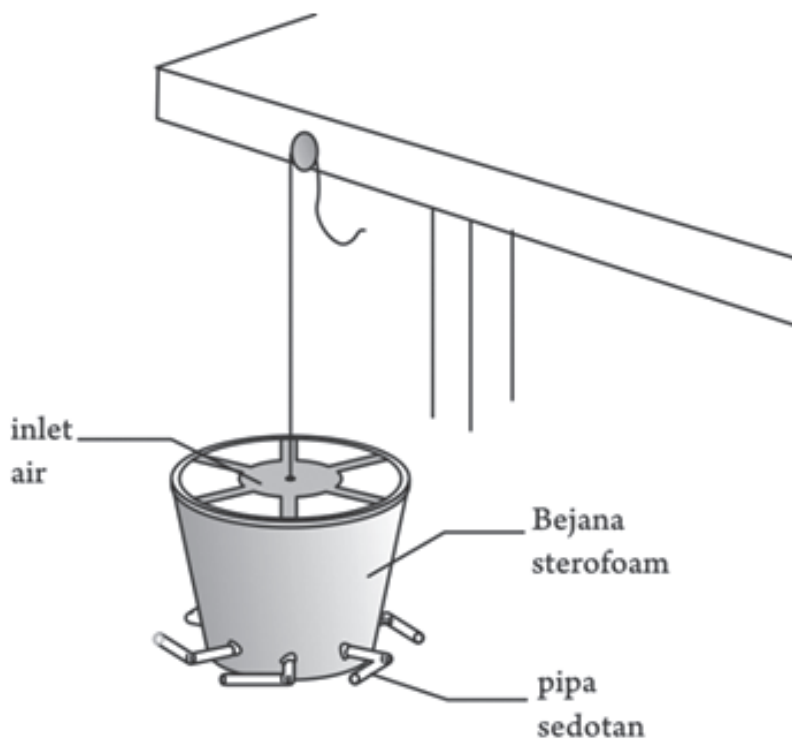
Kincir momentum graviti adalah salah satu model gerak benda berputar yang diakibatkan sejumlah satuan massa air dalam tabung kolom berkurang secara cepat akibat tarikan gravitasi terhadap sejumlah massa air. Prinsip kerja kincir momentum graviti sama prinsipnya dengan cara kerja mesin-mesin pesawat roket. Suatu benda akan menimbulkan gaya sesaat manakala benda mengalami perubahan massa. Dalam hal roket, sejumlah massa bahan bakar roket disebarkan secara cepat yang menyebabkan gaya reaksi muncul pada roket dan roket bergerak dengan kecepatan tetap, hal ini dapat dilakukan satu tahap jika tanpa ada gesekan. Jika ada gesekan, untuk melanjutkan penerbangan, suatu pesawat roket melakukan pembakaran modul kedua secara bertahap-tahap hingga sampai ke tempat tujuan. Pada kincir momentum graviti, gerakan badan tabung mendapat gaya selama air dalam kolom tabung keluar mengurangi satuan massa sistem tabung kolom. Kita dapat mengamati bahwa semakin satuan massa tinggi air mendekati tetap, diisi secara beraturan, kincir akan bergerak pelan. Tetapi apabila dibiarkan air melorot tanpa diisi ulang selama bergerak, kolom bergerak cukup cepat. Hal ini membuktikan bahwa gaya gerak putar muncul memenuhi prinsip perubahan massa dan bukan disebabkan dorongan air ke udara (udara tidak mampu menekan balik atau melakukan reaksi karena udara di sekitar tabung dalam kondisi bebas).

K.2. Alat dan Bahan

- o Mangkuk sterofoam/gelas pop mie
- o Sedotan teh botol
- o Benang

K.3. Bagian-bagian Alat

Bagian-bagian dari model ini terdiri atas : bejana sterofoam, pipa plastik siku, dan inlet air.



Gambar 11.1

K.4. Langkah Pembuatan

Pembuatan bejana sterofoam

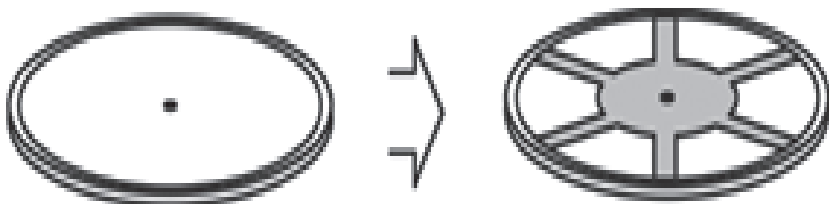
Lubangi gelas sterofoam dengan paku besar yang telah dipanasi sebanyak 6 buah lubang di bagian bawah, seperti pada gambar 11.2.



Gambar 11.2.

Pembuatan inlet air

Inlet air terbuat dari penutup gelas sterofoam yang dilubangi sedemikian rupa sehingga jika air dituangkan ke dalam bagian ini air masuk ke bejana gelas sterofoam. Seperti pada gambar 11.3.



Gambar 11.3

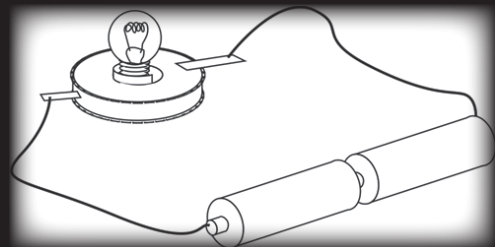
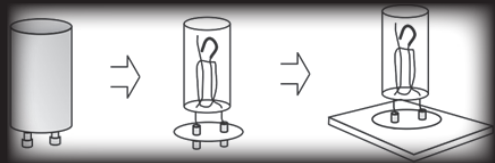
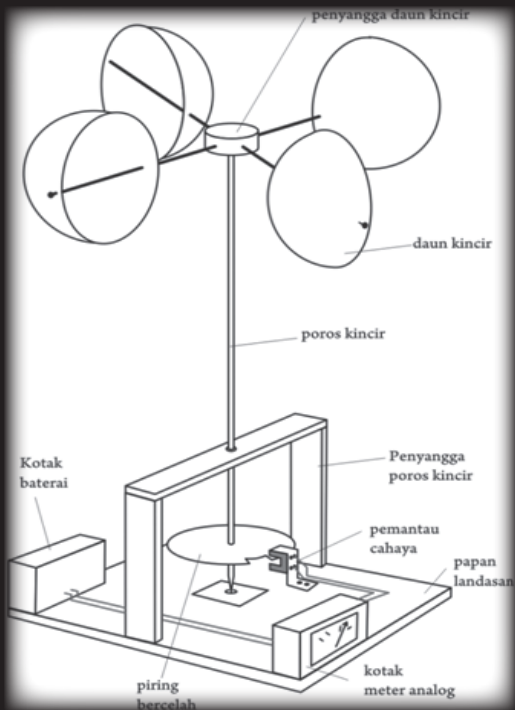
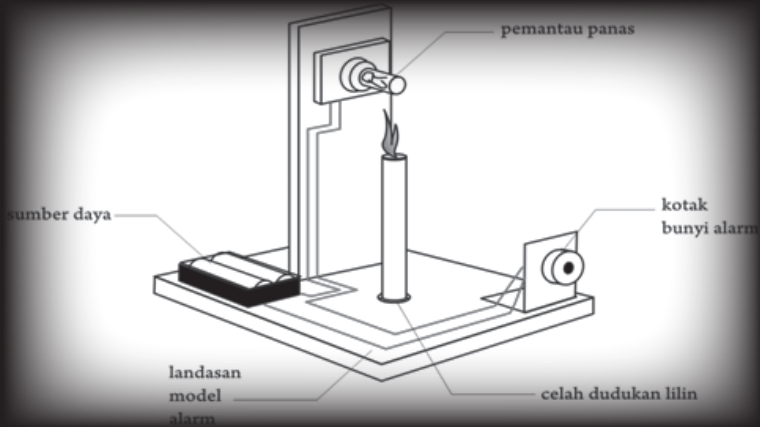
K.5. Uji coba dan Peneraan

Gantung model kincir graviti air ini pada meja dengan paku payung. Isikan air ke dalam bagian inlet lalu amati. Apakah air keluar dari pipa siku dan badan gelas sterefoam berputar. Jika sudah berputar berarti, alat sudah berfungsi untuk digunakan dalam pembelajaran.

K.6. Penggunaan dalam Pembelajaran

- o Menunjukkan prinsip kerja bahan bakar roket.
- o Hukum kekekalan momentum.
- o Perubahan energi potensial menjadi energi kinetik.

Alat Peraga Fisika Sederhana Untuk SMA



Daftar Pustaka

1. <http://home.howstuffworks.com/fluorescent-lamp4.htm>
2. John E.Betts; "Physics for technology", 1981, Reston Publishing Company, Inc. A Prentice Hall Company, Reston Virgin 22090.
3. <http://phet.colorado.edu/en/simulation/geometric-optics>.
4. Abbott, Ordinary Level Physics, edisi ketiga, Heinemann Educatinal Books Ltd, Hong Kong, 1979
5. Tom Duncan, Physics for today and tomorrow, John Murray, 1977.
6. Lawrence F. Lowery, The everyday science sourcebook. Ideas for teaching in the elementary and middle school, Abridged Edition, 1978.
7. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/tables/density.html>, 9 April 2011.
8. <http://designapplause.com/wp-content/xG58hlz9/2010/03/publicbike2.png>, 19 April 2011.
9. <http://images.miretail.com/products/full/Fender/634154028407295886.jpg>, 12 April 2011.