

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebelumnya telah ada penulis terdahulu yang memodifikasi alat dengan judul Modifikasi *Light cure Litex 680 A* Dilengkapi Tampilan *LCD* Dengan Menggunakan *Microcontroller ATtiny 2313* oleh Agustinus Dwi Prastowo dari Poltekkes Surabaya. Hasil penelitiannya menggunakan *unit light cure quartz tungsten halogen (QTH)* [7].

Pada penelitian sebelumnya terkait alat ini didapatkan hasil pengujian dan pengukuran modul yang ditunjukkan Tabel 2.1.

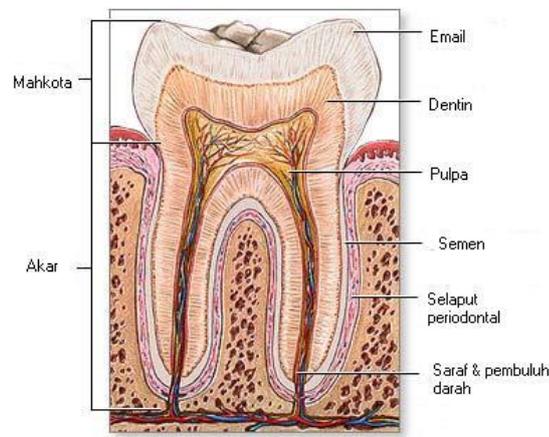
Tabel 2.1 Tabel Perhitungan Waktu

No	Waktu (detik)	Perhitungan			
		Rata-rata	% Eror	Standart Deviasi	Ua
1.	10	10,23	2,49	0,049	0,015
2.	20	20,27	1,34	0,055	0,017
3.	30	30,16	0,52	0,105	0,033
4.	40	40,12	0,30	0,093	0,029

Tabel 2.1 menjelaskan mengenai perhitungan waktu, analisis waktu dilakukan pada *setting* 10 detik, 20 detik, 30 detik, dan 40 detik. Kemudian didapatkan hasil perhitungan nilai rata-rata, nilai simpangan rata-rata, *standart deviasi*, dan nilai ketidakpastian bahan uji berdasarkan nilai pengukuran.

2.2 Anatomi Gigi

Mulut dibentuk oleh 2 rahang, yakni rahang atas dan rahang bawah. Pada rahang ini terdapat gigi dan gusi. Gigi dan mulut sendiri berfungsi untuk mengunyah, berbicara, dan memberikan bentuk yang harmonis pada muka. Gambar 2.1 menunjukkan bagian-bagian gigi.



Gambar 2.1 Bagian-Bagian Gigi

Karies merupakan *demineralisasi* permukaan gigi yang disebabkan oleh bakteri. Produk dari bakteri yang terdapat didalamnya berupa asam. Dalam periode waktu tertentu, asam ini akan menghancurkan *email*, menyebabkan terjadinya gigi berlubang. Gigi berlubang merupakan satu bentuk kerusakan pada *email* gigi. Penyebab karies gigi adalah adanya interaksi dari berbagai faktor diantaranya adalah perilaku dalam menjaga kesehatan gigi dan mulut, *diet* atau kebiasaan makan dan faktor ketahanan dan kekuatan gigi [2].

Penambalan gigi adalah salah satu cara untuk memperbaiki kerusakan gigi. Tujuan dari perbaikan kerusakan gigi adalah agar gigi bisa kembali ke bentuk semula dan dapat berfungsi dengan baik. Penambalan dilakukan dengan cara menutup lubang gigi menggunakan bahan tambal gigi, penutupan ini bertujuan

menghentikan kerusakan gigi lebih lanjut. Selain itu, penambalan juga bertujuan untuk menutup *tubulus dentin* yang terbuka inilah penyebab rasa linu pada gigi yang berlubang. Sebelum ditambal gigi yang berlubang akan di *bor* terlebih dahulu. *Bor* digunakan agar lubang gigi bersih dari jaringan gigi yang sudah rusak dan berbentuk rapi. Setelah lubang gigi selesai di *bor*, dokter gigi akan mengaplikasikan semen tambalan di dasar lubang yang tujuannya untuk melindungi jaringan pulpa. Diatas tambalan semen lalu diaplikasikan bahan tambal. Dalam kedokteran gigi, bahan yang biasanya digunakan sebagai bahan tumpatan antara lain *amalgam*, *glass ionomer cement (GIC)*, dan *resin komposit*. Proses pengerasan bahan resin komposit diaktifkan dengan menggunakan sinar biru. Sinar biru dalam proses ini dihasilkan dari alat *light cure* [1].

2.3 Light Cure Unit

Light cure merupakan teknologi terbaru untuk polimerisasi material *restorative* kedokteran gigi yang diaktifkan oleh cahaya. Menggunakan *light emitting diode (LED)* sebagai sumber cahaya utamanya. *LED* menggunakan penghubung bahan semikonduktor untuk menghasilkan cahaya pada filamen panas yang digunakan pada lampu halogen, sinar yang dihasilkan berupa sinar biru. Sinar biru dari alat *light cure* dihasilkan dari lampu yang di *filter* dan didistribusikan ke ujung *light cure* menggunakan bahan fiber optik. Keluaran sinar dari *light cure LED* disebut dengan *irradiance*, yaitu kekuatan sinar yang dipancarkan persatuan permukaan *curing tip* (mW/cm^2). *Irradiance* bervariasi antara 600 dan 2400 mW/cm^2 , tergantung dengan tipe *light cure unit (LCU)* yang digunakan. Apabila

terjadi penurunan dari *irradiance* dapat dikompensasi dengan memperpanjang waktu penyinaran [3].

LED menghasilkan cahaya tampak dengan efek kuantum mekanik, kombinasi spesial dengan dua semikonduktor yang berbeda digunakan untuk mengemisikan sifat cahaya dengan distribusi spektrum yang spesifik yaitu dengan panjang gelombang 400-500 nm (dengan puncak panjang gelombang 460 nm) [4]. Dengan kata lain teknologi *LED* lebih efisien untuk mengkonversi arus listrik menjadi cahaya, waktu hidup efektif yang dimiliki *LED* adalah 1000 jam dan mengalami sedikit degradasi pada *output* terhadap waktu, *unit* ini lebih ringan, *portable* dan efektif, *unit* ini tidak menggunakan *filter* karena *spectral output LED galium nitrida* sesuai dengan serapan *spectrum champhoroquinone*. Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik dari alat *light cure*.



Gambar 2.2 *Light Cure Woodpecker Built-IN C*

Spesifikasi alat :

Merk : *Light cure Woodpecker Built-IN C*

Power Supplay : 24 V- 50/60 Hz

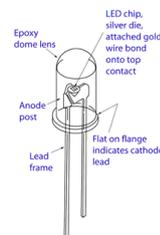
Panjang gelombang : 420-480 nm

Intensitas cahaya : 1000-1200 mW/cm²

2.4 Lampu *LED*

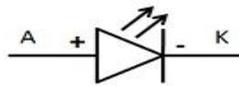
Light emitting diode atau sering disingkat dengan *LED* adalah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor jenis dioda yang mampu

mengeluarkan cahaya. Strukturnya juga hampir sama dengan dioda, tetapi pada *LED* elektron menerjang sambungan P-N. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, *doping* yang dipakai adalah *galium*, *arsenic*, dan *phosporus*. Jenis *doping* yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula. *LED* memiliki 2 kaki yang terbuat dari sejenis kawat, kawat yang panjang adalah anoda dan yang pendek adalah katoda. *LED* juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata. Gambar 2.3 merupakan struktur dasar *LED*.



Gambar 2.3 Struktur Dasar *LED*

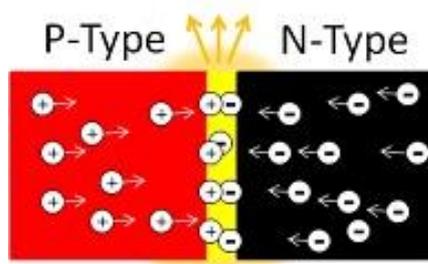
Untuk lebih memahami simbol dari *LED* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Simbol *LED*

Cara kerja lampu *LED* hampir sama dengan dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub positif (P) dan kutub negatif (N). *LED* hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari menuju ke katoda. *LED* terdiri dari sebuah *chip* semikonduktor yang di *doping* sehingga menciptakan *junction* P dan N. Yang dimaksud dengan proses *doping* dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika *LED* dialiri tegangan maju atau *bias forward* yaitu dari anoda (P) menuju ke katoda (K).

Kelebihan elektron pada *n-type* material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*p-type* material). Saat elektron berjumpa dengan *hole* akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna). Gambar 2.5 menunjukkan siklus kerja *LED*.



Gambar 2.5 Cara Kerja *LED*

2.5 *Microcontroller ATmega8*

AVR merupakan salah satu jenis *microcontroller* yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada *micro* yang pada umumnya digunakan seperti *MCS51* adalah pada *AVR* tidak perlu menggunakan *oscillator external* karena di dalamnya sudah terdapat *internal oscillator*. Selain itu kelebihan dari *AVR* adalah memiliki *power-on reset*, yaitu tidak perlu ada tombol *reset* dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis *AVR* akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis *AVR* terdapat beberapa fungsi khusus seperti *ADC*, *EEPROM* sekitar 128 *byte* sampai dengan 512 *byte*. *AVR ATmega8* adalah *microcontroller CMOS 8 byte* berarsitektur *AVR RISC* yang memiliki 8K *byte in-System Programmable Flash*. *Microcontroller* dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16 MIPS pada frekwensi 16 MHz. Jika dibandingkan dengan *ATmega8L* perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk *ATmega8*

tipe L, *microcontroller* ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 - 5,5 V sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V.

Untuk lebih memahami diskripsi dari pin ATmega8 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diskripsi PIN ATmega8

ATmega8 memiliki 28 pin, yang masing-masing pin memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai *port* maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8 :

1. *VCC*

Merupakan *supply* tegangan digital.

2. *GND*

Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *grounding*.

3. *PORT B (PB7...PB0)*

Didalam *port B* terdapat *XTAL1*, *XTAL2*, *TOSC1*, *TOSC2*. Jumlah *port B* adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai *input* maupun *output*. *Port B* merupakan sebuah 8 *byte bi-directional I/O* dengan *internal pull-up* resistor. Sebagai *input*, pin-pin 7 yang

terdapat pada *port B* yang secara *external* diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai *input crystal (inverting oscillator amplifier)* dan *input* ke rangkaian *clock internal*, bergantung pada pengaturan *fuse byte* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai *output crystal (output oscillator amplifier)* bergantung pada pengaturan *fuse byte* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Jika sumber *clock* yang dipilih dari *oscillator internal*, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai *I/O* atau jika menggunakan *asynchronous timer/counter 2* maka PB6 dan PB7 (*TOSC2* dan *TOSC1*) digunakan untuk saluran *input timer*.

4. *PORT C (PC5...PC0)*

Port C merupakan sebuah *7 byte bi-directional I/O port* yang di dalam masing-masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/*output port C* memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

5. *RESET/PC6*

Jika *RSTDISBL fuse* diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin *I/O*. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada *port C* lainnya. Namun jika *RSTDISBL fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai *input reset*. Dan jika *level* tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa 8 minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi *reset* meskipun *clocknya* tidak bekerja.

6. *PORT D (PD7...PD0)*

Port D merupakan 8 byte *bi-directional I/O* dengan internal *pull-up* resistor. Fungsi dari *port* ini sama dengan *port-port* yang lain. Hanya saja pada *port* ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada *port* ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan *I/O*.

7. *AVcc*

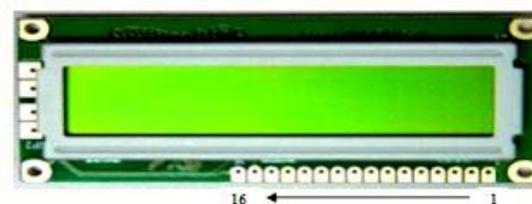
Pin ini berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk *ADC*. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan *VCC* karena pin ini digunakan untuk *analog* saja. Bahkan jika *ADC* pada *AVR* tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan *VCC*. Jika *ADC* digunakan, maka *AVcc* harus dihubungkan ke *VCC* melalui *low pass filter*.

8. *AREF*

Merupakan pin referensi jika menggunakan *ADC* [8].

2.6 *Liquid Cristal Display (LCD)*

Untuk memudahkan dalam pemahaman bentuk dari *LCD* karakter 16x2 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *LCD* Karakter 16X2

Beberapa pin yang penting pada *LCD* Karakter 16X2 sebagai berikut:

1. *Register Select (RS)*

$RS = 0$; untuk menulis ke register instruksi

RS = 1; untuk menulis ke register data

2. *Read/Write* (R/W)

R/S = 0; proses *write* (penulisan data/instruksi)

R/S = 1; proses *read* (pembacaan)

3. *Enable Data* (EN)

Difungsikan untuk penguncian data, pada saat ada *transisi high to low* maka data atau instruksi pada data *bus* akan terkunci.

4. D0-D7 = Data bus 8 *byte*

Difungsikan untuk pengiriman data atau instruksi.

Untuk lebih jelasnya konfigurasi *PIN LCD* karakter 16X2 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin *LCD* Karakter 16X2

Pin Number	Simbol
1	Vss
2	Vcc
3	Vee
4	RS
5	R/W
6	E
7	DB0
8	DB1
9	DB2
10	DB3
11	DB4
12	DB5
13	DN6
14	DB7
15	BPL
16	GND

Untuk lebih jelas dalam memahaminya, keterangan pin *LCD* karakter 16X2 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.3 Fungsi Pin Pada *LCD* Karakter 16X2

Nama Signal	Fungsi
DB0 – DB7	Untuk mengirimkan data karakter atau dan instruksi
E	<i>Enable- Signal start</i> untuk mulai pengiriman data atau instruksi
R/W	<i>Signal yang digunakan untuk memilih mode</i> baca atau tulis ‘0’ : <i>write</i> ‘1’ : <i>tulis</i>
RS	<i>Register Select</i> “0”: <i>Instruction register (Write)</i> “1”: <i>Data register (Write, Read)</i>
Vee	Tegangan Pengaturan kontras pada <i>LCD</i>
Vcc	Tegangan <i>Vcc</i>
Vss	Tegangan 0V atau <i>Ground</i>

Berikut ini adalah Tabel 2.4 menunjukkan keterangan fungsi *setting*.

Tabel 2.4 Fungsi *Setting*

RSR/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X

1. **DL** sebagai *setting* data *length*. *Bit* ini digunakan untuk mengatur apakah *interface* jalur data antara *microcontroller* dengan *LCD* karakter adalah 4 *bit* atau 8 *bit*.

DL = 0; Data *length* 4 *bit*

DL = 1; Data *length* 8 *bit*

2. **N** sebagai pengatur jumlah baris. *Bit* ini digunakan untuk mengatur jumlah baris yang akan digunakan pada *LCD* Karakter, satu baris atau dua baris.

N = 0; Satu baris *display*

N = 1; Dua baris *display*

3. **F** sebagai pengatur jenis tulisan. *Bit* ini digunakan untuk membangun ukuran besar atau kecilnya dari jenis tulisan yang akan ditampilkan ke *LCD* karakter.

F = 0; Ukuran jenis tulisan 5x7 *dot*.

F = 1; Ukuran jenis tulisan 5x10 *dot*.

Untuk lebih jelas perhatikan Tabel 2.5.

Tabel 2.5 *Entry Mode Setting*

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

1. **I/D** sebagai *set increment* atau *decrement*

$I/D = 0$; *Decrement RAM*

$I/D = 1$; *Increment RAM*

2. **S** untuk menggeser *display* ke kanan atau ke kiri

$S = 0$; *display* tidak bergeser

$S = 1$; *display* bergeser kekanan atau kekiri bergantung *I/D*

Dalam memahami *display ON-OFF*/kursor lihat Tabel 2.6.

Tabel 2.6 *Display ON-OFF*/ Kursor

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

1. **D** sebagai pengatur *display ON/OFF*. *Bit* ini untuk mengatur apakah *display LCD* dihidupkan atau dimatikan.

$D = 0$; *Display OFF*

$D = 1$; *Display ON*

2. **C** sebagai pengatur kursor *display ON/OFF*. *Bit* ini untuk menampilkan atau tidak, kursor pada *LCD* karakter. untuk menandai karakter yang tercetak pada layar seperti halnya pada monitor komputer.

$C = 0$; kursor *OFF*

$C = 1$; kursor *ON*

3. **B** sebagai pengatur kursor berkedip (*BLINK*). *Bit* ini dapat digunakan untuk mengatur kursor pada *LCD* karakter apakah berkedip atau tidak.

$B = 0$; kursor tidak berkedip.

$B = 1$; kursor berkedip.

Untuk mengetahui lebih jelas masalah *display clear* perhatikan Tabel 2.7.

Tabel 2.7 *Display Clear*

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Instruksi ini difungsikan untuk membersihkan layar *LCD* karakter perhatikan Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Kursor Penggeser Kanan Atau Kiri

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X

1. **S/C** untuk menggeser kursor atau *display*

$S/C = 0$; menggeser kursor

$S/C = 1$; menggeser *display*

2. **R/L** untuk menggeser ke kiri atau kekanan

$R/L = 0$; menggeser kekiri

$R/L = 1$; menggeser ke kanan

Untuk memahami lebih jelas dalam pemilihan lokasi *RAM LCD* karakter maka terlebih dahulu perhatikan Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Pemilihan Lokasi *RAM LCD* Karakter

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	1	Y	0	0	X	X	X	X

1. **Y** untuk pemilihan lokasi *RAM* baris 1 atau 2

$Y = 0$; pemilihan lokasi *RAM LCD* pada baris 1

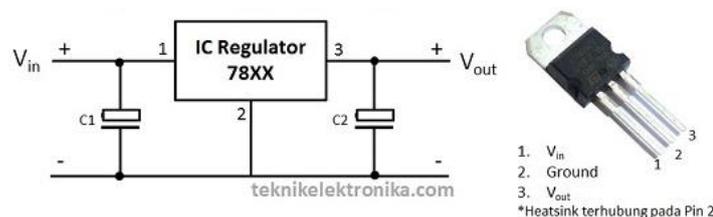
$Y = 1$; pemilihan lokasi *RAM LCD* pada baris 2

2. **XXXX** sebagai pemilihan alamat dari *address* 0000 s/d 1111 atau 0 s/d 15 desimal, karena jumlah karakter yang dapat dimunculkan pada layar *LCD* karakter adalah 16 karakter.

2.7 IC Regulator 7805

IC voltage regulator adalah *IC* yang digunakan untuk mengatur tegangan di rangkaian elektronika. Rangkaian *voltage regulator* ini banyak ditemukan dirangkaian adaptor yang bertugas untuk memberikan tegangan *DC*, rangkaian *voltage regulator* (pengatur tegangan) merupakan suatu keharusan agar tegangan yang diberikan kepada rangkaian lainnya stabil dan bebas dari fluktuasi.

IC jenis ini memiliki tegangan tetap tidak bisa diatur tegangan dan nilainya sudah di atur oleh produsen misalnya *IC voltage regulator 7805* maka *output* tegangannya hanya 5V. *IC voltage regulator* juga dikategorikan sebagai *IC linear voltage regulator*. Gambar 2.8 merupakan bentuk rangkaian *IC regulator 7805*.



Gambar 2.8 Rangkaian *IC 7805*

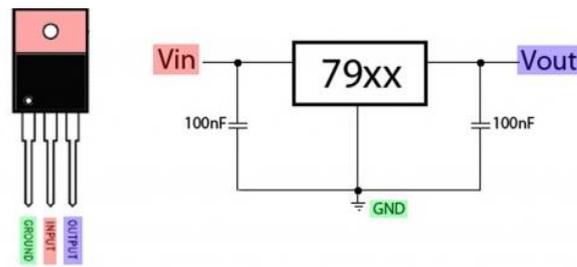
Beberapa karakteristik yang dimiliki *IC regulator 7805* diantaranya:

1. Menstabilkan tegangan *output* pada 5V.

2. Mampu mengalirkan arus maksimal 1A (artinya jika hanya butuh arus dibawah 1 A, tidak perlu komponen tambahan lainnya).
3. Kondisi 1 dan 2 tercapai jika:
 - a. Tegangan masuk lebih besar dari atau sama dengan 3V dari nilai "XX" nya, untuk 7805 berarti tegangan masuk minimal 8.
 - b. Suhu kerja pada *bodinya* terjaga pada suhu ruangan (sekitar 30 derajat C, gunakan *heatsink* yang memadai) atau *Temperatur Junction (JT)* maksimum 150 derajat C .
4. Kondisi akan aman (tidak rusak) jika tegangan masuk tidak melebihi batas kemampuannya (untuk 7805 maksimum tegangan *input* = 20V) [9].

2.8 IC Regulator 7905

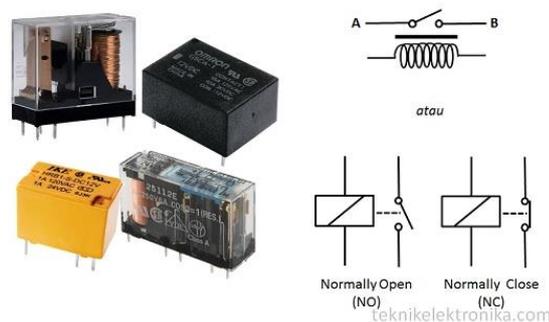
IC yang berjenis *negative voltage regulator* memiliki desain, konstruksi dan cara kerja yang sama dengan jenis *positive voltage regulator*, yang membedakan hanya polaritas pada tegangan *outputnya* [10]. Angka 79 menunjukkan bahwa *regulator* tegangan *negative* dan xx menunjukkan tegangan keluaran IC. 'Xx' dapat digantikan oleh tegangan keluaran yang dikontrol dan disediakan oleh *regulator*, misalnya jika 7905, maka tegangan keluaran IC adalah -5V. Demikian pula jika tegangan tersebut adalah 7912, maka tegangan keluaran IC -12V dan seterusnya. Nama IC dapat bervariasi berdasarkan pabrikan sebagai LM79xx, L79xx, MC79xx dll [11]. Gambar 2.9 merupakan bentuk rangkaian IC regulator 7905.



Gambar 2.9 Rangkaian IC 7905

2.9 Relay

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A [12]. Gambar 2.10 merupakan bentuk fisik dan simbol *relay*.



Gambar 2.10 Relay

2.10 Resin Komposit

Resin komposit pertama diperkenalkan oleh Bowen tahun 1962 dan digunakan awal 1970-an. Resin komposit merupakan bahan tumpatan berwarna gigi

berupa gabungan dari dua atau lebih bahan kimia yang berbeda. Komposit merupakan salah satu jenis restorasi yang banyak digunakan karena nilai estetik yang tinggi. Kandungan utamanya adalah matriks resin, partikel pengisi anorganik dan beberapa komponen lain yang diperlukan untuk meningkatkan efektifitas dan ketahanan bahan. Suatu bahan *coupling (silane)* diperlukan untuk memberikan ikatan antara bahan pengisi anorganik dan matriks resin, juga aktivator-inisiator diperlukan untuk polimerisasi resin [13].

Kali ini penulis menggunakan resin komposit jenis *hybrid* dalam melakukan pengujian tingkat kekerasan. Komposit ini disebut demikian karena terdiri dari kelompok *polimer (fase organik)* diperkuat oleh *fase anorganik*, yang terdiri dari 60% atau lebih dari total isi, terdiri dari kaca dengan komposisi dan ukuran yang berbeda. Dengan ukuran partikel mulai dari 0,6 sampai 1 *micrometer*, dan mengandung *silika koloid* berukuran 0,04 *micrometer*. Kelompok ini sebagian besar merupakan penyusun komposit dan saat ini digunakan dalam kedokteran gigi. Gambar 2.11 merupakan resin komposit jenis *hybrid*.



Gambar 2.11 Resin Komposit *Hybrid*

Sifat karakteristik dari bahan ini adalah ketersediaan berbagai macam warna dan kemampuan untuk meniru struktur gigi, kurangnya penyusutan, penyerapan air yang rendah, sifat pemolesan dan *texturing* yang baik, abrasi dan keausan yang sangat mirip dengan stuktur gigi, koefisien *expansi termal* yang mirip dengan gigi, formula *universal* untuk kedua sektor *anterior* dan *posterior*, perbedaan derajat dari kekaburan dan tembus cahaya dalam sifat yang berbeda dan *fluoresensi* [6].

2.11 *Universal Testing Machine (UTM)*

Universal testing machine (UTM) digunakan dengan memberikan gaya tekan atau gaya tarik kepada terhadap bahan yang diujikan. Untuk melaksanakan pengujian tekan atau tarik terhadap material, perlunya benda uji. Benda yang akan dilakukan pengujian dipasang pada mesin penguji dengan gaya tekan dan gaya tarik yang akan semakin bertambah besar akhirnya menekan dan menarik pada benda uji tersebut, maka akan mengalami fraktur/pecah. *Universal testing machine (UTM)* akan memberikan informasi mengenai seberapa besar pengukuran yang akan diuji terhadap bahan sehingga standarisasi yang diinginkan dapat tercapai dengan sempurna.

Universal testing machine dapat menguji bahan atau material padat, seperti plastik, logam, besi, alumunium, kayu, tali, benang, dan kertas. Parameter yang dihasilkan *Universal testing machine* baik untuk uji tarik maupun uji tekan adalah modulus elastisitas (*modulus young*), menghasilkan kekuatan (*yield strength*), kuat *maximum* tekan/tarik (*ultimate strength*), kekuatan putus (*break strength*), menghasilkan regangan (*yield strain*), regangan dititik *maximum* tekan/tarik (*ultimate strain*), regangan putus (*break strain* atau *elongation at break*).

Data yang langsung diperoleh dari *Universal testing machine* ini adalah perubahan panjang sampel terhadap setiap besar gaya yang diberikan. Hasil ini akan dikonversikan ke dalam bentuk grafik *strain strength*. Data awal inilah yang kemudian dianalisa lebih lanjut menggunakan komputer untuk mendapatkan parameter-parameter yang sebelumnya telah didapatkan [14].

Hasil pengkonversian data didapatkan dari perhitungan $1\text{MPa} = 1\text{N/mm}^2$ ($1\text{ kg}\cdot 9,8\text{ N/mm}^2$) dengan asumsi luas bidang tekan berupa persegi panjang antara garis titik tumpu tekan baik atas maupun bawah yang dihubungkan dengan garis diameter tabung [4]. Gambar 2.12 merupakan alat uji *universal testing machine* (*UTM*).



Gambar 2.12 *Universal Testing Machine* (*UTM*)