

Prototipe Light Curing Unit Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM)

¹Indra Gunawan*

¹Department of Electromedical Engineering of Poltekkes Jakarta 2

Korespondensi:

Email : garda_wh@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction One of the most important health services is dental treatment. That more than 70 percent of the population has cavities (caries) with an average number of 4-5 cavities per person. According to data on the activities of Dental Health Month of 2011, from 40,000 visitors about 22 percent get dental treatment. The development of dentistry technology, along with increasing patient demand for aesthetic appearance, has encouraged the replacement of dental and safe restorations with resin composite materials as an alternative.

Content The design of this module is divided into two parts, namely hardware and software. The tests are conducted at the Laboratory of Electromedic Engineering Department and in the Dental Polytechnic Health Jakarta II Health Laboratory of Jakarta laboratory or at other Laboratory facilities. This research uses engineering design method, with hypothesis, how to test the design of modeling an LCU tool, which testing hardness, temperature, and light intensity using LED

Analysis of the design results will make a prototype in accordance with the comparison equipment

Keywords: LED, Module design., LCU, PWM.

INTISARI

Pendahuluan salah satu pelayanan kesehatan yang cukup penting adalah pengobatan gigi. Bahwa lebih dari 70 persen penduduk mengalami gigi berlubang (karies) dengan jumlah rata-rata 4-5 gigi berlubang per orang. Menurut data kegiatan Bulan Kesehatan Gigi tahun 2011, dari 40.000 pengunjung sekitar 22 persennya mendapatkan perawatan tambal gigi. Perkembangan teknologi kedokteran gigi, bersamaan dengan meningkatnya permintaan pasien akan penampilan estetik, telah mendorong penggantian restorasi sewarna gigi dan aman dengan bahan komposit resin sebagai alternatif.

Isi Perancangan modul ini terbagi atas dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Elektromedik dan di laboratorium teknik gigi Politeknik Kesehatan Jakarta II Kementerian Kesehatan Republik Indonesia atau di fasilitas Laboratorium lainnya. Penelitian ini menggunakan metode penelitian rancang bangun, dengan hipotesa, bagaimanakah melakukan uji coba rancang bangun pemodelan suatu alat LCU, yang pengujian kekerasan, suhu, dan intensitas cahaya dengan menggunakan LED

Analisis hasil rancangan akan terbuatnya prototype yang sesuai dengan peralatan pembanding

Kata kunci: LED, Rancang bangun modul, LCU, PWM

PENDAHULUAN

Peningkatan biaya kesehatan yang selalu berkembang dari waktu ke waktu, dan dengan perkembangan teknologi alat-alat kesehatan yang merupakan bagian penunjang yang tidak terpisahkan dari penyelenggaraan pelayanan kesehatan. Peningkatan biaya kesehatan tidak hanya berdampak pada masyarakat tetapi juga terhadap pemberi pelayanan kesehatan (PPK) di Puskesmas/ rumah sakit. Dengan peningkatan biaya kesehatan dikhawatirkan dapat menjadi penurunan daya beli masyarakat dan kesadaran masyarakat untuk memeriksakan kesehatannya semakin menurun.

Resin komposit pada gigi harus mempunyai kekerasan ideal, jika tidak maka resin komposit akan rapuh dan tidak akan bertahan lama. Untuk itu agar resin komposit tidak cepat rapuh diperlukan polimerisasi yang baik yang didapat dari irradiansi yang ideal. Irradiansi yang ideal harus juga diperhatikan suhu yang dihasilkannya, yaitu tidak lebih dari 37°C, karena jika suhu yang dihasilkan tinggi dapat merusak jaringan gigi (Teguh Handoyo, 2013). Untuk menghasilkan suhu yang diinginkan membutuhkan irradiansi yang tinggi, karena semakin tinggi irradiansi, maka suhu akan semakin tinggi.

Pengenalan bahan gigi berbasis resin pada pertengahan abad terakhir adalah sebuah revolusi restorasi dalam kedokteran gigi. Komposit gigi yang estetik lebih disukai karena memiliki penampilan seperti gigi, stabil dalam lingkungan mulut, relatif mudah untuk ditangani dan mudah dipasang dengan *self curing* atau *lightcuring*. Hingga saat ini, hampir semua komposit resin gigi komersial memanfaatkan reaksi *photopolymerization* dengan cahaya tampak biru

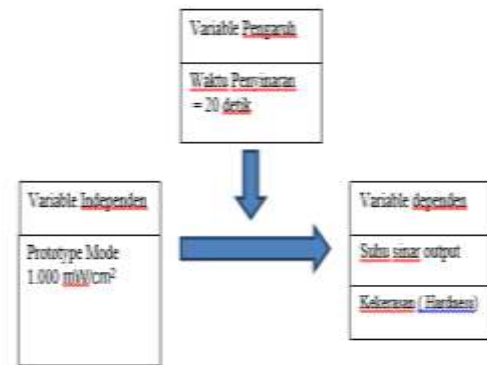
yang dihasilkan oleh unit (alat) untuk mengaktifasi terjadinya polimerisasi komposit resin dari bentuk pasta menjadi bentuk keras, yang disebut *light curing unit* (LCU LED). Peralatan LCU LED yang dapat digunakan untuk polimerisasi komposit resin gigi menggunakan berbagai prinsip fisis yang berbeda, seperti lampu *quartz-tungsten-halogen* (QTH), laser, *plasma arc*, and *light emitting diodes* (LED) (Leenderts Booksman, 2012).

Namun demikian, LCU LED saat ini adalah perangkat standart dalam praktek gigi paling modern. Bahkan LCU LED saat ini nilai irradiansi dapat mencapai lebih dari 3200 mW/Cm². Alasan penggunaan irradiansi tinggi untuk meningkatkan *depth of cure* untuk restorasi gigi. Meningkatkan irradiansi berarti energi yang akan diteruskan ke gigi pasien semakin banyak. Energi yang lebih tinggi berarti jumlah panas lebih tinggi yang akan timbul dalam gigi dan berpotensi merusak pulpa.

Penelitian sebelumnya yaitu pembuatan *prototype* LCU LED terkait irradiansi sinar output prototipe LCU LED < 1200 mW/Cm². Untuk meningkatkan irradiansi dan pengembangan riset selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan jenis LED yang khusus untuk dental curing dan memilih yang spesifikasinya mampu menghasilkan nilai efisiensi irradiansi sinar output sekitar 1500 – 2000 mW/Cm² serta Metode *Pulse Width Modulation* (PWM) masih relevan untuk mengontrol irradiansi dan suhu sinar output LED pada LCU LED. Maka untuk penelitian berikutnya pengaturan PWM dapat dilakukan dengan frekuensi yang berbeda, untuk mencegah kenaikan suhu sinar output yang tinggi (> 37 °C) dan menjaga irradiansi sinar output ≥ 1200mW/Cm². Prototipe LCU LED yang

saat ini telah dengan metode *Pulse Width Modulation (PWM)* kombinasidengan waktu 20 detik yang menghasilkan irradiansi $685-715\text{mW}/\text{cm}^2$ dan suhu $36,3^\circ\text{C} - 39,6^\circ\text{C}$ (Teguh Handoyo, 2013). Untuk pengembangan selanjutnya LCU LED dapat menggunakan jenis LED yang khusus untuk dental curing dan memilih yang spesifikasinya mampu menghasilkan nilai efisiensi irradiansi sinar output sekitar $1500 - 2000\text{mW}/\text{cm}^2$ dengan Metode PWM masih relevan untuk mengontrol irradiansi dan suhu sinar output LED pada LCU LED. Maka untuk penelitian berikutnya pengaturan PWM dapat dilakukan dengan frekuensi yang berbeda, untuk mencegah kenaikan suhu sinar output yang tinggi ($> 37^\circ\text{C}$) dan menjaga irradiansi sinar output $\geq 1200\text{mW}/\text{cm}^2$.

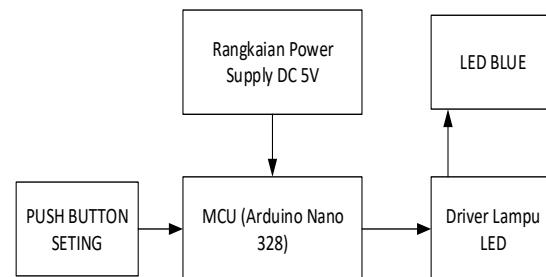
Konsep yang digunakan pada penelitian ini adalah penerapan metode PWM Mode kombinasi pada prototipe LCU LED LED dengan tingkat irradiansi dan temperatur pada saat polimerisasi oleh sinar output dari prototipe LED LCU LED serta tingkat kekerasan resin komposit dengan waktu penyinaran selama 20 detik. Variabel independen pada penelitian ini adalah prototipe LCU LED mode PWM dengan irradiansi $1.000\text{mW}/\text{cm}^2$, sedangkan variabel dependennya adalah temperatur sinar output serta tingkat kekerasan resin komposit yang ditimbulkan saat polimerisasi dengan penyinaran menggunakan prototipe LCU LED LED. Skema kerangka konsep penelitian dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 3.1 : Kerangka konsep penelitian prototype LCU LED LED

Tahapan Pembuatan LCU LED

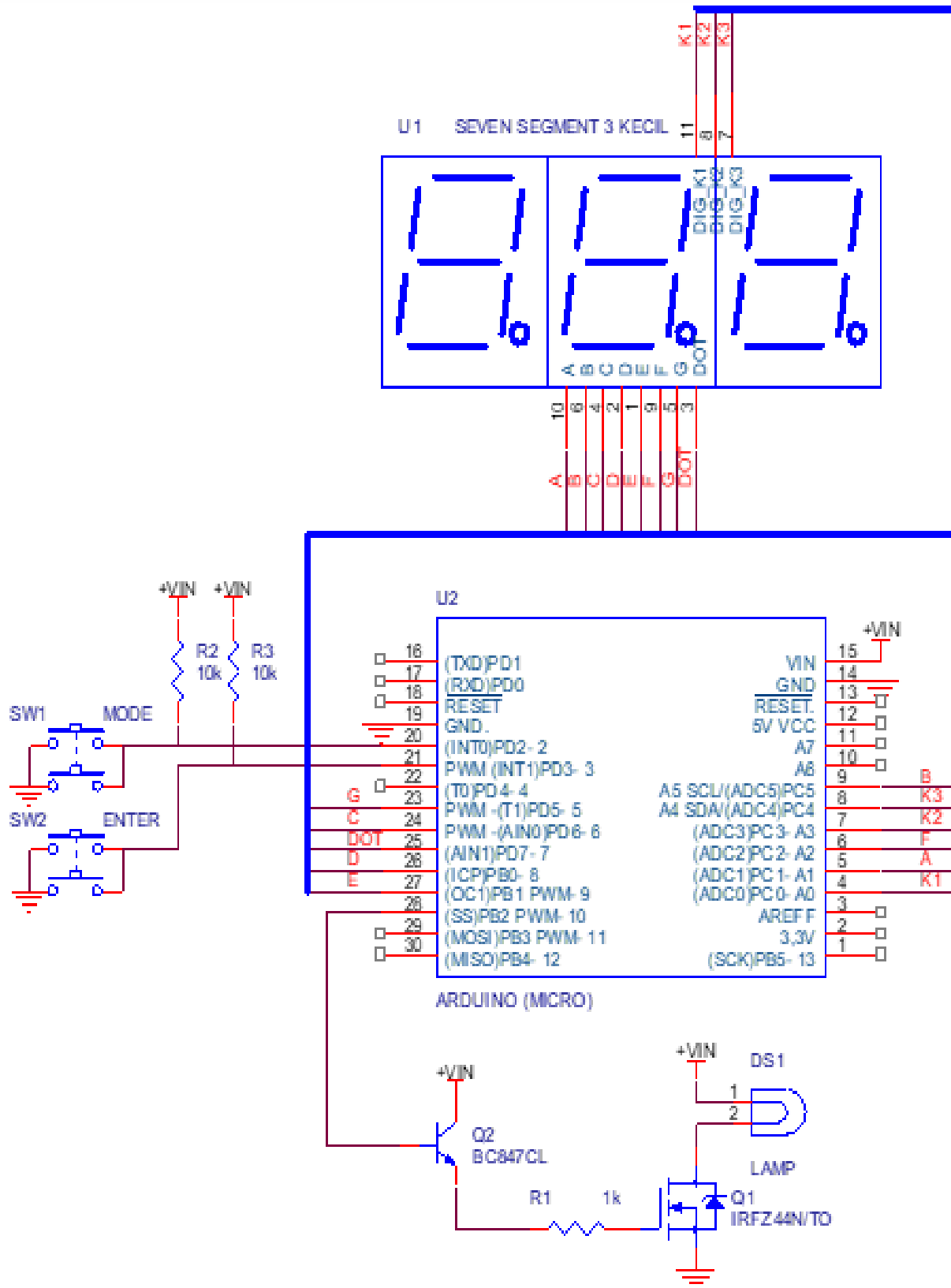
Untuk tahap pembuatan LCU LED menggunakan skema desain sistem prototipe LCU LED LED sebagai berikut dibawah ini :



Cara kerja blok diagram

- Rangkaian power supply 5v berfungsi untuk memberikan tegangan sebesar 5v ke semua rangkaian. Pada MCU Arduino akan bekerja memberikan sinyal PWM (pulse with modulation) sesuai dengan nilai yang di atur oleh push-button seting. Nilai PWM tersebut akan diteruskan ke LED Blue sehingga LED blue akan aktif dan menghasilkan tingkatan cahaya sesuai dengan nilai PWM.

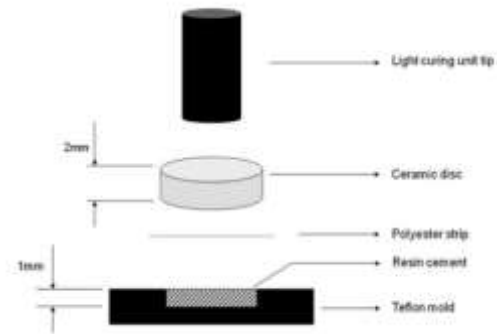
Schematic Rangkaian



Bagian Power Suply sebagai sumber tenaga/ daya untuk LCU LED. Power Supply yang digunakan DC. Modul mikrokontroller adalah otak dari LCU LED. Jumlah daya yang akan dikeluarkan diatur melalui push button yang akan memberikan instruksi kepada mikrokontroller agar mengatur intensitas daya listrik yang diberikan kepada LED. Demikian pula lama penyinaran (timer) diatur melalui push button yang meneruskan instruksi ke mikrokontroller untuk mulai menyalurkan daya (switch on) dan menghentikan supply daya (switch off) ke bagian sumber sinar (LED). Pada prototype LCU LED ada mode yaitu, dengan $I=1000\text{mW}/\text{cm}^2$ setiap mode ada timer yaitu, $T=20$ s. Untuk memilih mode dengan menekan push button mode sampai lampu indikator mode nyala lalu memilih timer dengan menekan push button timer sampai display menunjukkan waktu yang dipilih selanjutnya menekan push button start. Switch mode adalah interface antara pengguna dan alat (LCU LED). Seluruh proses pengaturan oleh pengguna (user) dilakukan melalui push button. Tampilan intensitas dan pilihan waktu penyinaran dapat dilihat pada bagian display. Modul driver dan LED sebagai komponen yang berfungsi *Light Source* (LS). Pada bagian ini digabungkan juga light guide untuk mengarahkan sinar dari LED agar tercipta efisiensi tinggi.

Karakterisasi LCU LED : Uji Irradiansi merupakan tingkat irradiansi pada saat dilakukan penyinaran yang diukur dengan menggunakan radiometer. Data irradiansi dicatat pada waktu 20 detik dimulai saat aktivasi sinar high-power LED. Hasil-hasil pengujian yang diperoleh dibandingkan diantara T yang berbeda.

Uji irradiansi dilakukan terhadap Prototype LCU LED Mode serta LCU LED DBA Guilin



Gambar 3.3 Uji Irradiansi (Teguh Handoyo;2013)

Karakterisasi LCU LED : Uji Temperatur Polimerisasi merupakan perubahan temperatur pada saat dilakukan penyinaran untuk proses polimerisasi resin komposit yang telah diletakkan pada cetakan diukur dengan menggunakan termometer thermocouple. Data temperatur dicatat pada waktu 20 detik dimulai saat aktivasi sinar high-power LED. Perubahan temperatur yang disebabkan saat T mencapai, 20 detik Hasil-hasil pengujian yang diperoleh dibandingkan diantara T yang berbeda.

Karakterisasi LCU LED : Uji Kekerasan resin komposite merupakan tingkat kekerasan pada resin komposite diukur setelah dilakukan penyinaran untuk proses polimerisasi resin komposit yang telah diletakkan pada cetakan dan diukur dengan menggunakan Mikrohardness tester dengan 16 sample. Hasil-hasil pengujian tingkat kekerasan resin komposite dicatat dan dibandingkan diantaranya mode yang berbeda.

HASIL YANG DICAPAI

Penelitian ini bersifat *eksperimental laboratorik* dengan sampel berupa lempeng berbentuk lingkaran dengan diameter 5 mm dan ketebalan 2 mm, dengan gaya sebesar 25 gram dan

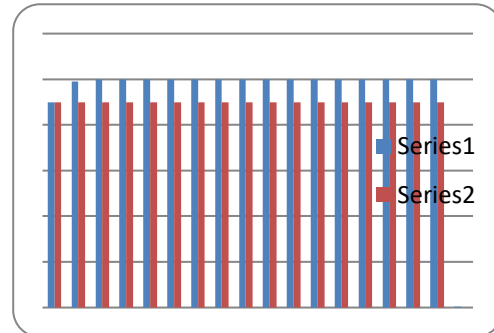
lama indentasi dilakukan mikro hardness test menggunakan metode Knoop

A. Mekanisme kerja penelitian ini .

Beberapa tahapan pembuatan Prototype LCU led dan pengukurannya dan tahapan penelitian, sebagai berikut:



Gambar 4.1: Prosedur kerja penelitian LCU LED LED



Hasil pengukuran nilai rerata Irradiansi pada ²; Prototype Mode =1.000 mW/cm²saat t = 20 detik adalah 999.12mW/cm², nilai standar deviasi 24.95menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan Gold standard saat t = 20 detik yaitu 900mW/cm²

ANALISA STATISTIK

Uji iridiansi dilakukan terhadap Prototype LCU LED led serta LCU LED DBA Guilin woodpecker dengan masing-masing waktu, 20 detik dengan radiometer dengan 16 kali pengukuran

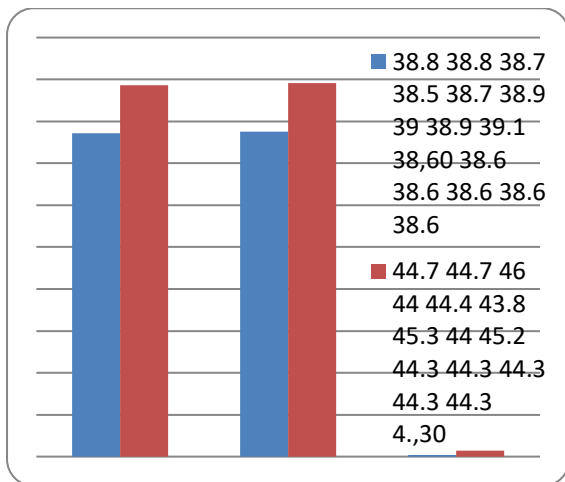
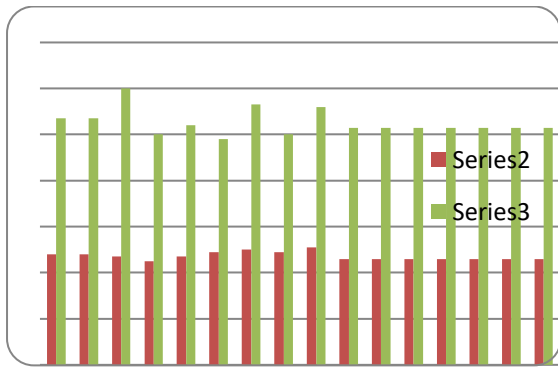
Hasil Uji irradiansi terhadap Prototype LCU LEDled serta LCU LEDDBA Guilin woodpeckerpada waktu 20 detik dengan 16 kali peng ukuran

NO	Uji irradiansi	
	Prototype/PWM 1000	Gold standard 1000
1	900	900
2	990	900
3	1000	900
4	1000	900
5	1000	900
6	1000	900
7	1000	900
8	1000	900
9	1000	900
10	1000	900
11	1000	900
12	1000	900
13	1000	900
14	1000	900
15	1000	900
16	1000	900
<u>Rerata</u>	999.12	900
<u>SD</u>	24.95	000

Uji Temperature dilakukan terhadap Prototype LCU LED serta LCU LED DBA Guilin woodpecker dengan masing-masing waktu, 20 detik dengan Thermocouple.

Hasil Uji Temperatur dilakukan terhadap Prototype LCU LED serta LCU LEDDBA Guilin woodpecker dengan waktu 20 detik tanpa menggunakan resin composite.

No	Uji Temperatur	
	Prototype/PWM 1000	Gold standard 1000
1	38.80	44.70
2	38.80	44.70
3	38.70	46.00
4	38.50	44.00
5	38.70	44.40
6	38.90	43.80
7	39.00	45.30
8	38.90	44.00
9	39.10	45.20
10	38.60	44.30
11	38.60	44.30
12	38.60	44.30
13	38.60	44.30
14	38.60	44.30
15	38.60	44.30
16	38.60	44.30
<u>Rerata</u>	38.73	44.15
<u>SD</u>	0.175	0.56



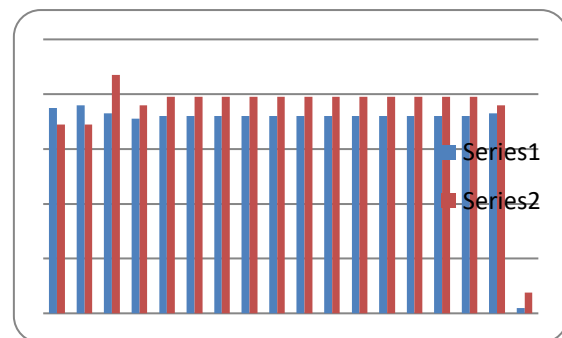
Hasil pengukuran nilai rerata temperatur pada Prototype saat $t = 20$; Prototype Mode 3=1.000 mW/cm^2 saat $t = 20$ detik adalah **38.73°C**, nilai rerata temperatur Prototype Mode 3 saat $t = 20$ menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan Gold standard saat $t = 20$ detik yaitu **44.15°C**.

Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan terhadap resin composite yang dihasilkan dari Prototype LCU LED serta LCU LEDDBA Guilin woodpecker dengan masing-masing waktu 20 detik dengan menggunakan Mikrohardness tester dengan satuan KHN.

Hasil Uji kekerasan dilakukan terhadap resin composite yang dihasilkan dari Prototype LCU LED serta LCU LEDDBA Guilin woodpecker dengan waktu 20 detik.

No	Uji kekerasan	
	Prototype/PWM 1000	Gold standard 1000
1	75	69
2	76	69
3	73	87
4	71	76
5	72	79
6	72	79
7	72	79
8	72	79
9	72	79
10	72	79
11	72	79
12	72	79
13	72	79
14	72	79
15	72	79
16	72	79
<u>Rerata</u>	72.43	78.06
<u>SD</u>	1.26	4.15



Hasil pengukuran nilai rerata Hardness pada Prototype saat Prototype Mode 3=1.000 mW/cm^2 saat $t = 20$ detik adalah **78.06 KHN**, nilai rerata Hardness Prototype Mode 3 saat $t = 20$ detik menghasilkan nilai yang masih dibawah Gold standard saat $t = 20$ yaitu **78.06 KHN**.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian perancangan prototipe LCU led led dengan metode *Pulse width modulation* (pwm) yang telah melalui proses uji fungs , uji banding pengukuran dan analisa dapat ditarik kesimpulan

- a. analisa uji iiridiansi dengan waktu 20 detik penyinaran
 - alat LCU LED standar merk DBA Guilin woodpecker dengan pelakuan 16 kali uji coba didapat nilai rerata 900 dan standar deviasi 00
 - alat LCU LED Prototype dengan pelakuan 16 kali uji coba didapat nilai rerata 999.12mW/cm² dan standar deviasi 24.95
- b. analisa uji temperature dengan waktu 20 detik penyinaran
 - alat LCU LED standar merk DBA Guilin woodpecker dengan pelakuan 16 kali uji coba didapat nilai rerata 44.15 dan standar deviasi 0.56
 - alat LCU LED Prototype dengan pelakuan 16 kali uji coba didapat nilai rerata 38.7338.76 dan standar deviasi 0.17\
- c. analisa Uji kekerasan dengan waktu 20 detik penyinaran
 - alat LCU LED standar merk DBA Guilin woodpecker dengan pelakuan 16 kali uji coba didapat nilai rerata 78.06 dan standar deviasi 4.15
 - alat LCU LED Prototype dengan pelakuan 16 kali uji coba didapat nilai rerata 72.43 dan standar deviasi 1.26

DAFTAR PUSTAKA

Albers HF. Resin Polymerization. In: Albers HF ed. Tooth-colored restoratives. Principles and

techniques. London: BC Decker In 9th Ed. 2002. p. 81-110.

Althoff O, Hartung M. Advances in light curing. Am J Dent 2000; 13 (special issue): 77D-81D.

Alvim HH, Alecio AC, Vasconcellos WA, Furlan M, de Oliveira JE and Saad JRC. Analysis of camphoroquinone in composite resins as a function of shade. Dental Materials, 2007; 23: 1245-1249.

Anusavice KJ. Mechanical Properties of Dental Materials. Phillips science of Dental Materials. 10 ed. Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders Company;1996

Al-Qudah AA, Mitchell CA, Biagioni PA, Hussey PL. Thermo graphic investi-gation of contemporary resin-containing dental materials. J Dent. 2005; 33:593-602.

Bouschlicher MR, Rueggeberg FA. Effect of ramped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. J Esthet Dent 2000; 12: 328–39.

Bora B, Yildirim B, Ertan E, Seda U. Comparison of the Heat Generation of Light Curing Units. J. Dent. 2008: Volume 9, No. 2 .Thermal emission of light source in Dentistry.

Brantley WA, Eliades T. Orthodontic Materials. Scientific and Clinical aspects. Thieme. 2001. Stuttgart.

Cacciafesta V, Sfodrini MF, Sfodrini G., A xenon arc light curing unit for bonding and bleaching, J Clin Ortho 2000; xxxiv: 94–6.

Carter, JW., Digital designing with Programmable Logic Devices, Princeton : Prentice Hall, 1997.

Chen YC, Ferracane JL and Prahl SA. Quantum Yield of conversion of the photoinitiator

camphoroquinone. *Dental Materials*, 2007; 23: 655-664.

Craig RG (2006). *Restorative Dental Materials*. 12th ed.: Mosby, Inc. Printed in the United States of America.

Craig RG. Chemistry, composition, and properties of composite resin. *Dental Clinique of North AM*; 1993.p. 25, 219–33.

Craig RG, Powers JM. *Mechanical Properties. Restorative Dental Materials*. 11 ed. St. Louis, Missouri. Mosby Inc; 2002

Dunn WJ, Bush AC A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *J Am Dent Assoc*. 2002 Mar; 133(3):335-41.

dos Santos GB, Alto RV, Filho HR, da Silva EM, Fellows CE. Light transmission in dental resin composites. *Dental Materials*, 2008; 24: 571-576

E. Fred Schubert, *Light Emitting Diode*, Cambridge University Press, New York, 2003.

Filipov IA, Vladimirov SB, Residual monomer in a composite resin after light curing with different sources, Light intensities and spectra of radiation, *Braz Dent J* 2006; 17 (1): 34-38.

Frentzen M, Koort HJ. Lasers in dentistry: new possibilities with advancing laser technology? *Int Dent J* 1990; 40: 323–32.

Handoyo, Teguh, *Rancang Bangun Prototipe LCU LED dengan Metode Kombinasi Pulse Width Modulation*, 2013

Ogunyinka A, Palin WM, Shortall AC and Marquis PM. Photoinitiation chemistry affects light transmission and degree of conversion of curing

experimental dental composites. *Dental Materials*, 2007; 23: 807-813

Kelsey WP, Blankenau RJ, Powell GL, Barkmeier WW, Stormberg EF. Power and time requirements for use of the argon laser to polymerize the composite resins. *J Clin laser Med Surg* 1992; 10: 273–8.

Ko HUANG, Chun-Cheng HUNG and Chi-Cheng TSAI, Reducing, by PWM, the Curing Temperature of a Prototype High-power LED Light Curing Unit, *Dental Materials Journal* 25 (2) : 309 - 315, 2006

Koran P, Kurschner R, Pengaruh iradiasi berurutan dibandingkan berkesinambungan dari resin komposit lightcured pada penyusutan, viskositas, adhesi, dan derajat polimerisasi, *Am J Dent* 10, 17-22 (1998).

Layman W, Koyama T A clinical comparison of LED and halogen curing units. *J ClinOrthod* 2004: 38: 385- 387.

Leonard DL, Charlton DG, Roberts HW, Cohen ME. Polymerization efficiency of LED curing lights. *J EsthetRestor Dent* 2002; 14:286-295.

Lu RT, Photopolymerization of unsaturated polyester resin. Canadian patent 1,004,200.1977.

Nahban E., Jehad Hajjar, *Designing of a Portable Dental Unit*, Hebron – Palestine, 2011.

Neumann MG, Schmitt CC, Ferreira GC. The initiating radical yields and the efficiency of polymerization for various dental photoinitiators excited by different light curing units. *Dent Mater* 2006; 22:576-584.

Nomoto R. Effect of light wavelength on polymerization of light cured resins. *Dent Mater* 1997; 16: 60–73.

Mayes JH. Curing lights: An overview. *Clinical Impressions* 2001;10: 16–8.

Mills RW. Blue light emitting diodes. Another method of light curing ? *Br Dent J.*, 1995; 178:169.

Mills RW, Jandt KD. Blue LEDs for curing polymer-based dental filling materials. *OS NS*(June) 1998.

Mohammed Abdul Hadis, *Polymerisation Kinetics And Optical Phenomena Of Photoactive Dental Resins*, University of Birmingham Research Archive, 2011; page 17.

O' Brian WJ *Physical Properties. Dentals Materials and Their Selection*. 3 ed. Carol Stream, IL: Quintessence Publishing Co, Inc; 2002

Pagoria D, Lee A and Geurtsen W. The effect of camphoroquinone (CAMPHOROQUINONE) and CAMPHOROQUINONE-related photosensitizers on the generation of reactive oxygen species and the production of oxidative DNA damage. *Biomaterials*, 2005; 26: 4091-4099.

Pettermerides AP, Ireland AJ, Sherriff M. An ex vivo investigation into the use of a Plasma arc lamp when using a visible light cured composite and a resin- modified Glass Poly (alkenoate) cement in orthodontic bonding. *J Ortho* 2001; 28: 237–44.

Pohto M, Scheinin A., Microscopic observation on living dental pulp. *Acta Odontol Scand* 1958; 16: 303-327.