

Kadar Pencahayaan Di Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan, Politeknik Kuching Sarawak.

Rudy Harahap Mohd Ali Baba^{1*}

¹Department of Civil Engineering, Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin, Dungun 21700, Terengganu

*Corresponding author E-mail: xpdgreenday@yahoo.com

Abstrak

Pencahayaan amatlah penting dan perlu dititik beratkan pada bangunan agar tiada gangguan terhadap keterangan cahaya ketika proses pengajaran dan pembelajaran dijalankan. Kajian ini dijalankan adalah bertujuan untuk menguji kadar pencahayaan yang sepatutnya di Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan, Politeknik Kuching Sarawak. Hasil pengujian akan dianalisis berasaskan standard yang dikeluarkan oleh *Chartered Institution of Building Services Engineers* (CIBSE). Kajian ini adalah tertumpu kepada jumlah pencahayaan buatan dan pencahayaan semulajadi yang hadir di bengkel berkenaan. Pengujian dijalankan dengan menggunakan alat penguji jumlah pencahayaan yang disukat dalam unit lux. Alatan pengujian yang digunakan adalah dari jenis *Extech Light Meter* (type 401026). Proses pengujian adalah dijalankan secara bergrid dan bacaan pencahayaan sebelum dan selepas diambil. Perbezaan bacaan diperolehi dan proses menganalisa bacaan dilakukan. Sistem pencahayaan di dalam bilik darjah perlu dipertimbangkan dengan sewajarnya dalam mereka bentuk bangunan dan pengurusan tenaga juga harus dioptimumkan. Penggunaan sistem pencahayaan yang buruk boleh menyebabkan produktiviti yang rendah, keselesaan dan juga menyebabkan pembaziran tenaga. Kepentingan kajian ini adalah untuk memberikan keselesaan ketika proses pengajaran dan pembelajaran dijalankan. Kadar pencahayaan yang sepatutnya yang mengikut piawaian CIBSE perlu dicapai. Hasil dari kajian terhadap jumlah pencahayaan di Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan telah di ajukan kepada Unit Pembangunan dan Senggaraan (UPS) Politeknik Kuching Sarawak untuk ditambah baik. Penambahan pencahayaan buatan perlu disegerakan untuk menjamin kualiti pembelajaran yang lebih baik. Penambahbaikan ini perlu dilaksanakan dengan segera untuk memberikan mutu yang lebih baik pada proses pengajaran dan pembelajaran di bengkel berkenaan.

Kata Kunci: pencahayaan; lux; keterangan cahaya

1.0 PENGENALAN

Politeknik Kuching Sarawak (PKS) ditubuhkan pada tahun 1987. Penubuhannya selaras dengan objektif untuk menampung keperluan sumber tenaga kerja terlatih dalam memenuhi aspirasi negara ke arah perindustrian, seterusnya meningkatkan daya saing dalam pasaran dunia. Pada peringkat awal penubuhannya, PKS beroperasi di sebuah bangunan rumah kedai di Simpang Tiga, Kuching. Perkembangannya diikuti dengan pemilihan kampus tetap pada tahun 1989 oleh Kementerian Pembangunan Perindustrian Negeri Sarawak dengan kerjasama Kementerian Pendidikan Malaysia iaitu di kawasan Lot 88 Matang Land District sebagai kampus tetap PKS dengan keluasan tanah seluas 112 ekar. Terletak kira-kira 23 kilometer dari pusat Bandaraya Kuching serta kedudukannya di Gunung Serapi dan bersebelahan dengan Taman Negara Kubah memberikan satu persekitaran yang sesuai dan kondusif untuk pembelajaran dan pengajaran serta perkembangan sahsiah pelajar.

Di awal pembinaannya, politeknik ini dilengkapi dengan tiga (3) blok utama bengkel bagi menjalankan kerja-kerja amali pendidikan. Salah satu blok itu menempatkan Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan. Bengkel ini terletak di blok bengkel Kejuruteraan Awam. Bangunan ini berkeluasan 285 meter persegi dengan ketinggiannya ialah 4.50 meter. Bangunan ini mempunyai bukaan sebanyak 180.31 meter persegi.

Bangunan ini terletak di bahagian belakang kawasan Politeknik Kuching Sarawak berhampiran dengan blok-blok bengkel yang lain. Bangunan ini merupakan bangunan yang terdedah dengan cahaya matahari. Tiada peneduhan didapati di kawasan persekitaran bangunan ini. Keadaan ini boleh menyebabkan bangunan ini akan menerima cahaya semulajadi yang agak tinggi.



Rajah 1: Kedudukan Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan, Politeknik Kuching Sarawak.

Mata manusia dapat melihat pada julat lebih daripada 2 trillion kali ganda: Kehadiran objek putih dapat dilihat samar-samar di bawah cahaya bintang, pada 5×10^{-5} lux, sementara pada penghujung yang cerah, manusia boleh membaca teks besar pada 10^8 lux, atau 1000 kali cahaya matahari terus, walaupun ini adalah sangat tidak selesa dan boleh menyebabkan imej tinggal yang berpanjangan. Pencahayaan amatlah penting dan perlu dititik beratkan pada bangunan ini agar tiada gangguan terhadap keterangan cahaya ketika proses pengajaran dan pembelajaran dijalankan. Gangguan seperti cahaya yang malap boleh menyebabkan pelajar tidak dapat fokus semasa sesi pembelajaran berlangsung. Hal ini boleh mengganggu tumpuan dan emosi pelajar.

Berdasarkan kamus dewan, pencahayaan merujuk kepada jumlah fluks berkilau menuju ke permukaan per unit luas. Ia merupakan pengukuran keamatan cahaya tuju yang dicerap. Dalam unit terbitan SI, kedua-dua ini diukur menggunakan unit lux (lx) atau lumen per meter persegi ($\text{cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{m}^{-2}$).

Kajian ilmiah ini dilaksanakan adalah untuk mengetahui tahap pencahayaan di Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan di Politeknik Kuching Sarawak. Tujuan yang ingin dicapai adalah:

- a) Untuk menguji kadar pencahayaan di Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan Politeknik Kuching Sarawak.
- b) Untuk menganalisis hasil ujian berdasarkan standard yang dikeluarkan oleh *Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE)*.

Kajian ini adalah retetan daripada beberapa permasalahan yang berkaitan dengan pencahayaan dalam ruang yang memerlukan kajian dan penambahbaikan. antara masalah yang diperolehi adalah:

- a) Lampu limpah gelanggang tenis perlu diubahsuai segera.

(Menurut Desmond Qwek (Utusan Borneo 2017) menyatakan bahawa berdasarkan tinjauan bersama wakil rakyat Luyang; Dr. Hiew Keng Chiew mendapati kedudukan lampu limpah ketika ini, sangat tidak selesa untuk para pemain, dan boleh mendatangkan masalah penglihatan dalam jangka masa panjang).

Kajian Terhadap Kenyamanan Ruang Teori Di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Ditinjau Dari

- b) Pencahayaan Alami Dan Pencahayaan Campuran.

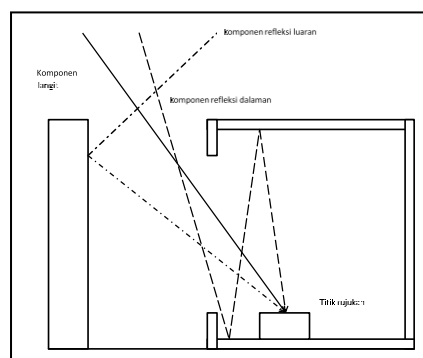
Menurut Ashari, Aziz (2013)) Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan ruang. Ruang yang kuat terangnya kurang atau berlebihan akan mengurangi kenyamanan pengguna ruang. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kuat pencahayaan buatan atau alami pada ruang-ruang teori di Fakultas Teknik Negeri UNY telah memenuhi standard minimum pencahayaan yang disyaratkan.

- c) Rungutan dari pelajar Program Diploma Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan berkenaan masalah pencahayaan di ruangan Bengkel Kejuruteraan Bangunan Politeknik Kuching Sarawak.

2.0 METODOLOGI KAJIAN

2.1 Pengumpulan Maklumat

Semua pencahayaan siang semula jadi berasal dari matahari. Cuaca adalah faktor yang boleh memberi kesan kepada cahaya matahari langsung. Langit mendung adalah sumber utama cahaya semulajadi. Oleh kerana langit terus berubah, diperlukan untuk menentukan "langit piawai" dengan sifat tetap untuk digunakan dalam kerja reka bentuk. Hari siang yang mencapai titik tertentu di dalam bilik terdiri daripada 3 komponen utama iaitu:



Rajah 2: Tiga (3) komponen utama pencahayaan luaran

- a) Komponen langit (SC) adalah cahaya yang diterima langsung dari langit.
- b) Komponen yang ditunjukkan secara luaran (ERC) adalah cahaya yang diterima secara langsung oleh refleksi dari bangunan dan landskap di luar bilik.
- c) Komponen refleksi dalaman (IRC) adalah cahaya yang diterima dari permukaan di dalam bilik. Faktor siang adalah jumlah 3 komponen berasingan.

Pencahayaan semulajadi di dalam bangunan mesti direka untuk mempertimbangkan pencahayaan tiruan, pemanasan, pengudaraan dan kawalan bunyi. Kuantiti cahaya semulajadi di dalam ruangan berdasarkan faktor ini:

- a) Alam dan kecerahan langit
- b) Saiz, bentuk dan kedudukan tingkap
- c) Refleksi dari permukaan di dalam bilik
- d) Refleksi daripada objek di luar bilik.

Bagi pencahayaan dalaman, bengkel ini dilengkapi dengan pencahayaan buatan dari lampu jenis pendaflour jenis philip T5. Cahaya yang dihasilkan oleh lampu ini menghasilkan sebanyak 6500K nilai *Color Temperature (CCT)*. Nilai ini memberikan pencahayaan *Cool Day Light* iaitu warna yang dikeluarkan oleh lampu ini adalah berwarna putih.

2.2 Jenis Lampu.

Lampu yang digunakan pada bangunan Bengkel Perkhidmatan Bangunan Politeknik Kuching Sarawak ialah lampu pendaflour dari jenis T5 Philip (TL5 *Essential* 28W/8401SL/40) dengan kuasa sebanyak 28 watt. Lampu jenis ini menghasilkan suhu warna korelasi iaitu *Correlated Color Temperature (CCT)* sebanyak 4000 °K (*cool daylight*). Manakala nilai *fluk* minimum bagi lampu jenis ini adalah 2600 lumen. Pada ruangan bangunan ini, lampu ini di susun secara am iaitu secara grid mendatar sebanyak lima (5) perumah dan melintang sebanyak lima (5) perumah secara berkembar (2 lampu 1 perumah) menyebabkan jumlah keseluruhan lampu dalam bengkel tersebut berjumlah 50 buah.



Rajah 3: Lampu T5 Philip TL5 Essential 28W/8401SL/40

2.3 Pemerhatian terhadap keadaan cuaca.

Keadaan cuaca akan mempengaruhi kadar pencahayaan dalam bangunan. Jika bacaan penyelidikan diambil ketika cuaca berkeadaan baik mengakibatkan jumlah pencahayaan semulajadi akan banyak terpantul kedalam bangunan.

Manakala jika bacaan diambil pada ketika waktu cuaca hujan mengakibatkan keadaan sekeliling akan gelap, ini akan mengurangkan jumlah pencahayaan siang yang masuk ke dalam bangunan.

2.4 Warna ruang bangunan.

Warna dalaman ruang juga mempengaruhi suasana dalaman pencahayaan. Warna yang terang adalah memantul cahaya yang baik manakala warna bilik yang gelap merupakan penyerap cahaya yang baik. Warna dinding dan siling bangunan tersebut berwarna putih. Warna ini merupakan warna yang dapat memantulkan cahaya yang baik. Warna berkenaan akan dapat membantu menerangi ruang melalui pantulan cahaya lampu.

2.5 Pengukuran ruang bangunan.

Pengukuran terhadap bangunan ini diambil dalam meter persegi (m^2). Pengukuran dijalankan dengan mengambil panjang dan lebar bangunan, dan diukur dalam unit meter (m). Dimensi bangunan berkenaan berukuran 18.6 meter panjang dan 15.5 meter lebar dengan ketinggian aras lantai ke siling ialah 4.45 meter. Keluasan bangunan adalah berukuran 288.3 m^2 , dengan isipadu bangunan bersaiz 1,282.94 m^3 .

Saiz bukaan pintu dan tingkap berkeluasan diukur dengan jumlah keseluruhan ialah sebanyak 180.3 meter persegi. Ketika pengujian dijalankan, kesemua bukaan seperti pintu dan tingkap akan dibuka agar membolehkan cahaya semulajadi yang maksimum masuk ke dalam ruang bangunan.

2.6 Pemeriksaan alatan pengujian.

Alat pengujian yang digunakan adalah *lux meter* iaitu alat untuk mendapatkan jumlah pencahayaan yang disukat dalam unit *lux*. Lux meter yang digunakan adalah dari jenis *Extech Light Meter (type 401026)*. Alat ini adalah alat yang telah dikenalpasti sebagai alat pengujian yang jitu dan mengikut standard dan digunakan di serata dunia.

Sebelum pengujian dilakukan, terlebih dahulu manual tatacara penggunaan alat ini akan dirujuk untuk mengelakkan hal yang tidak diigini berlaku. Alat ini juga akan menjalani pengujian penentukuran (*calibration*) bagi mendapatkan bacaan yang lebih tepat. Setiap kali sesi bacaan diambil, proses penentukuran akan dilakukan.



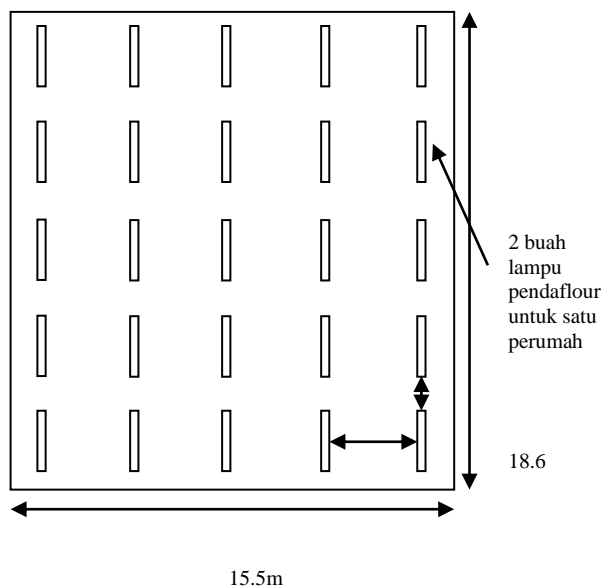
Rajah 4: *Extech Light Meter (type 401026)*

2.7 Kaedah bacaan dilakukan.

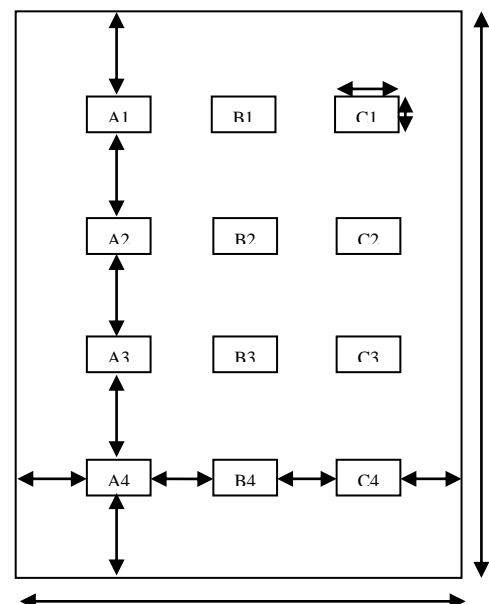
Pengujian dijalankan di dalam bangunan dengan mengenal pasti titik bacaan yang akan diambil di dalam bangunan. Meja pelajar yang berada di dalam bengkel berkenaan di gunakan untuk dijadikan sebagai titik rujukan untuk pencahayaan. Meja pelajar berukuran 1 meter panjang dan 0.6 meter lebar. Hal ini disebabkan pada sesebuah bengkel pelajar banyak menggunakan meja untuk melakukan kerja-kerja pembelajaran seperti menulis, membuat kajian, membuat analisa, mereka bentuk dan kerja-kerja berkaitan dengan bengkel.

Oleh yang demikian, meja merupakan “*work station*” bagi ruangan bengkel ini dan merupakan tempat rujukan untuk menjalankan kajian. Perkara ini diambil kira dimana setelah merujuk kepada jadual yang dikeluarkan oleh *Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE)*. Seterusnya pengukuran ketinggian meja dilakukan dan bacaan diambil sebagai rujukan pengiraan.

Meja pelajar ini kemudiannya disusun dalam bentuk grid. Di mana jarak antara meja diambil sebagai rujukan untuk mingguan bacaan diambil. Hal ini bertujuan untuk memastikan kajian akan dilakukan pada tempat yang sama selama empat (4) minggu bacaan juga direkodkan. Sebanyak dua belas (12) titik bacaan dikenal pasti dan bacaan diambil dalam bentuk tiga (3) baris mendatar dan empat (4) baris menegak. Meja pelajar disusun seperti rajah yang ditunjukkan.



Rajah 5: Pelan susun atur lampu di dalam ruang Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan.



Rajah 6: Pelan susun atur kedudukan meja (workbench) untuk diambil bacaan.

2.8 Work bench (titik pengujian pengujian).

Pengujian di jalankan pada aras meja pelajar iaitu berketinggian 1.0 meter tinggi dari aras lantai. Setiap meja disusun dengan secara melintang dan mendatar. Ianya juga dilabelkan dalam 3 kumpulan iaitu:

- a) Kumpulan pertama ialah pada barisan tepi dilabelkan dengan 1A, 1B, 1C dan 1D.
- b) Kumpulan kedua ialah pada barisan tengah dilabelkan dengan 2A, 2B, 2C dan 2D.
- c) Kumpulan ketiga ialah pada barisan tepi dilabelkan dengan 3A, 3B, 3C dan 3D.

Kesemua titik-titik ini dilabelkan dan diletakkan di atas meja. Titik yang sama digunakan untuk memdapatkan bacaan pada tempat yang sama.

2.9 Bacaan jumlah cahaya luar.

Jumlah cahaya di luar bangunan (pada koridor bangunan) diambil untuk mendapatkan jumlah cahaya luar pada koridor. Hal ini perlu untuk mengenal pasti jumlah pencahayaan luar yang masuk ke dalam bangunan. Jika bacaan yang tinggi direkodkan menyebabkan jumlah pencahayaan semulajadi adalah tinggi terbias ke dalam bangunan. Ini akan memberikan penambahan pencahayan terhadap pencahayaan sediaada.

2.10 Bacaan terhadap suhu luar bangunan.

Bacaan suhu juga diambil untuk membuktikan keadaan cuaca ketika bacaan diambil. Kebiasaannya ketika waktu panas terik dimana jumlah cahaya yang banyak dari sekeliling menyebabkan suhu sekitar memberikan bacaan suhu yang tinggi. Manakala jika bacaan di ambil pada waktu hujan mengakibatkan bacaan suhu sekitar adalah rendah. Bacaan suhu ini disukat dalam unit darjah celcius. Bacaan suhu ketika pengujian adalah diantara 28°C hingga 34°C.

2.11 Pengrekodan jam masa ketika bacaan diambil.

Jam masa direkodkan ketika bacaan diambil bagi setiap sesi pengujian, untuk mendapatkan julat waktu yang hampir sama bagi setiap minggu pengujian diadakan. Pengujian dijalankan pada waktu kelas jam 2 petang sehingg 5 petang yang diadakan di bengkel, iaitu ketika bengkel digunakan oleh pelajar. Pengujian dijalankan dalam masa empat (4) minggu iaitu bermula pada 5 Julai 2016, 12 Julai 2016, 19 Julai 2016 dan 26 Julai 2016.

2.12 Bacaan diambil dalam dua (2) keadaan.

Bacaan diambil dalam dua (2) keadaan iaitu ketika lampu buatan dipadamkan seluruhnya dan ketika lampu bengkel dihidupkan sepenuhnya. Ini memberikan bacaan sebelum dan selepas lampu dinyalakan.

Hal ini perlu di mana, bacaan sebelum merupakan bacaan untuk mendapatkan bacaan untuk pencahayaan semulajadi yang masuk ke dalam bangunan. Manakala bacaan ketika lampu dihidupkan sepenuhnya merupakan bacaan jumlah pencahayaan iaitu hasil gabungan pencahayaan semula jadi dan pencahayaan buatan (pencahayaan dari lampu). Kedua-dua bacaan ini kemudiannya akan di analisa untuk mendapatkan bacaan dari lampu buatan sahaja.

2.13 Bacaan keputusan pengujian pencahayaan dalaman.

Bacaan sebelum dan selepas diambil. Bacaan diambil dalam keadaan semua lampu tertutup (sebelum) dan semua lampu terbuka (selepas). Bacaan diambil dalam jangka masa empat (4) minggu pengujian dijalankan. Bacaan sebelum diambil dari pencahayaan semulajadi yang masuk ke dalam bangunan. Bacaan selepas diambil adalah dari pencahayaan semulajadi yang masuk ke dalam bangunan bersama-sama dengan pencahayaan buatan iaitu dari cahaya yang dikeluarkan oleh lampu-lampu yang terdapat dalam ruang bengkel berkenaan.

Ketika menggunakan *lux meter*, perhatian perlu dilakukan keatas sensor *lux meter*, perlu dipastikan sensor berkenaan tidak dilindungi oleh sebarang objek bagi mengelakkan ralat pada bacaan yang diperolehi.

Bacaan purata dilakukan untuk setiap titik kajian. Pengujian dijalankan pada ketika keadaan matahari berkedudukan mengufuk 45 darjah iaitu cahaya matahari yang paling banyak masuk ke dalam bangunan.



Rajah 7: Kajian dijalankan di ruangan bengkel bagi setiap minggu tempoh pengujian.

Jadual 1: Bacaan sebelum (pencahayaan semulajadi)

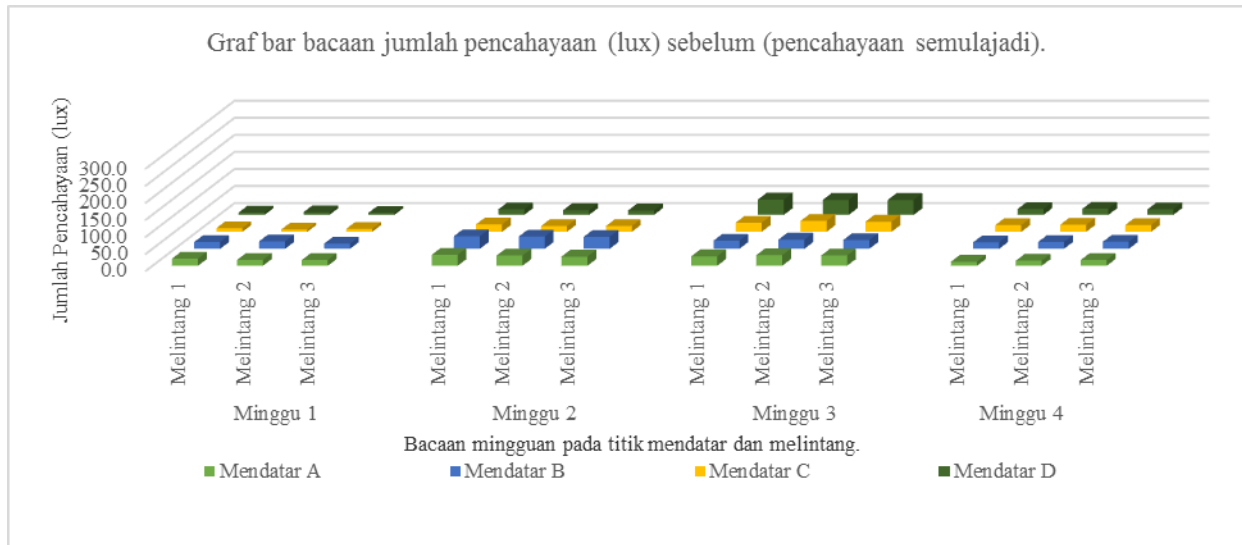
		Bacaan Pencahayaan (lux)											
Bacaan Titik		Bacaan Titik Melintang											
Mendatar	Keempat	Minggu pertama			Minggu kedua			Minggu Ketiga			Minggu		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A	15	21	17	17		32	30	27		28	31	30	12
B	21	20	22	15	37	36	35		24	27	26	19	20
C	20	11	7	9	22	17	17		27	32	30	20	21
D	16	7	8	6	16	14	13		45	44	44	17	18

Merujuk kepada jadual sebelum, didapati bacaan yang paling tinggi adalah 45 lux iaitu pada minggu kedua pada titik bacaan D1. Manakala bacaan yang paling rendah ialah 6 lux berada pada minggu pertama pada titik D3.

Jadual 2: Bacaan selepas (jumlah pencahayaan semulajadi dan pencahayaan lampu)

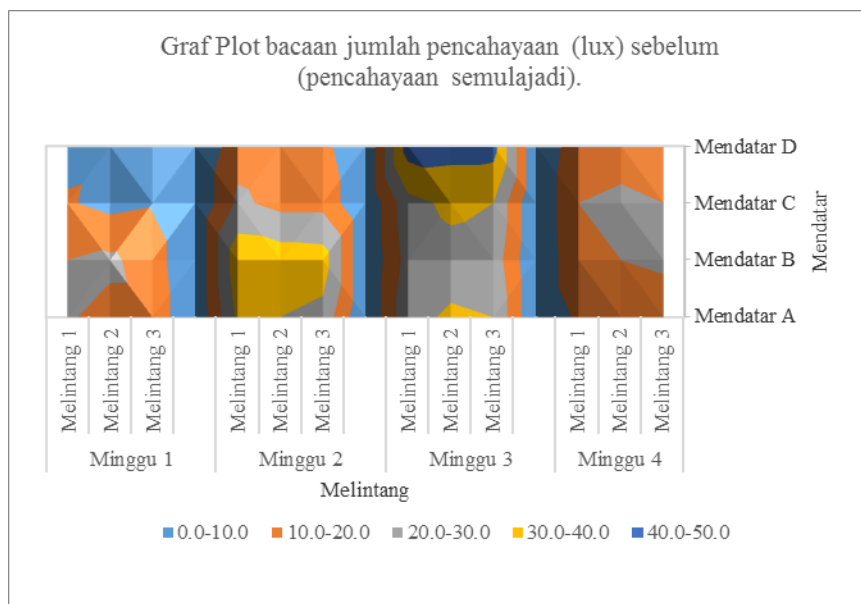
		Bacaan Pencahayaan (lux)											
Bacaan Titik		Bacaan Titik Melintang											
Mendatar	Keempat	Minggu pertama			Minggu kedua			Minggu Ketiga			Minggu		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A	200	267	258	251		274	238	238		220	224	223	188
B	216	241	231	218		253	236	231		228	229	228	220
C	242	228	232	221		227	205	204		238	243	242	224
D	258	198	215	189		226	228	229		235	237	237	253

2.14 Analisa Data



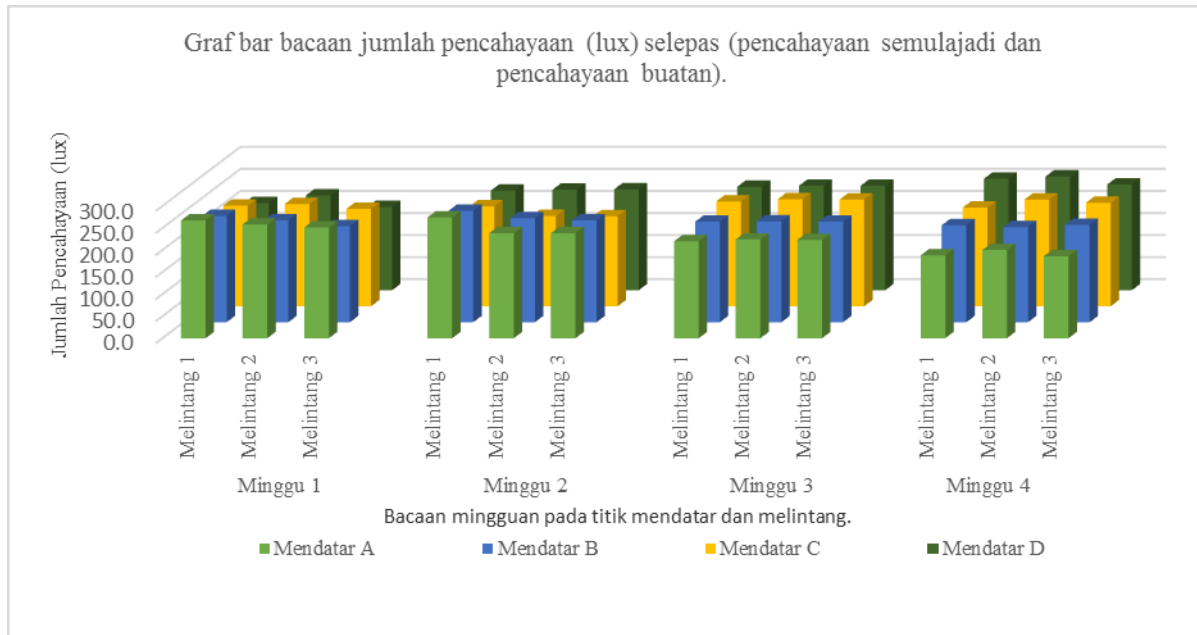
Rajah 8: Graf bar bacaan jumlah pencahayaan (lux) sebelum (pencahayaan semulajadi).

Berdasarkan graf bar bacaan sebelum, didapati pencahayaan semulajadi paling banyak masuk ke dalam ruang bengkel pada minggu ketiga kajian iaitu pada 19 Julai 2016 dan bacaan ini berlaku pada titik-titik melintang D.



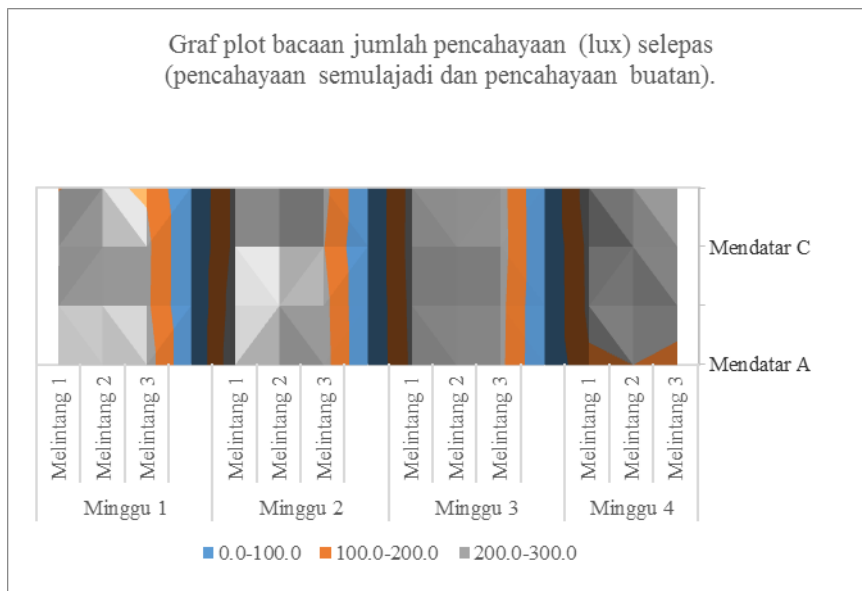
Rajah 9: Graf plot bacaan jumlah pencahayaan (lux) sebelum (pencahayaan semulajadi).

Berdasarkan graf plot didapati bacaan cahaya siang yang memasuki ruang adalah sekata pada semua titik bacaan. Bacaan adalah dalam julat 0 hingga 50 lux sahaja.



Rajah 10: Graf bar bacaan jumlah pencahayaan (lux) selepas (pencahayaan semulajadi dan pencahayaan buatan)

Berdasarkan graf bar bacaan selepas , didapati pencahayaan semulajadi dan buatan pada ruang kajian paling banyak diperolehi pada minggu keempat iaitu kajian yang dijalankan pada 26 Julai 2016 dan bacaan ini berlaku pada titik-titik melintang D.

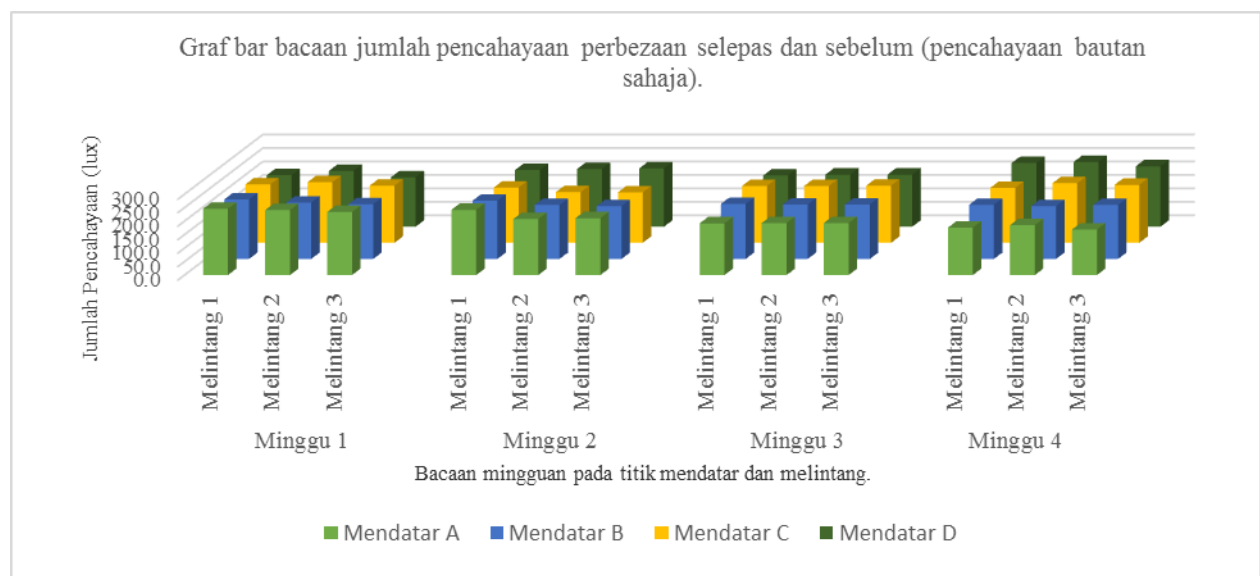


Rajah 11: Graf plot bacaan jumlah pencahayaan (lux) selepas (pencahayaan semulajadi dan pencahayaan buatan)

Berdasarkan graf plot didapati bacaan cahaya siang yang memasuki ruang adalah sekata pada semua titik bacaan. Bacaan adalah dalam julat 100 lux hingga 300 lux.

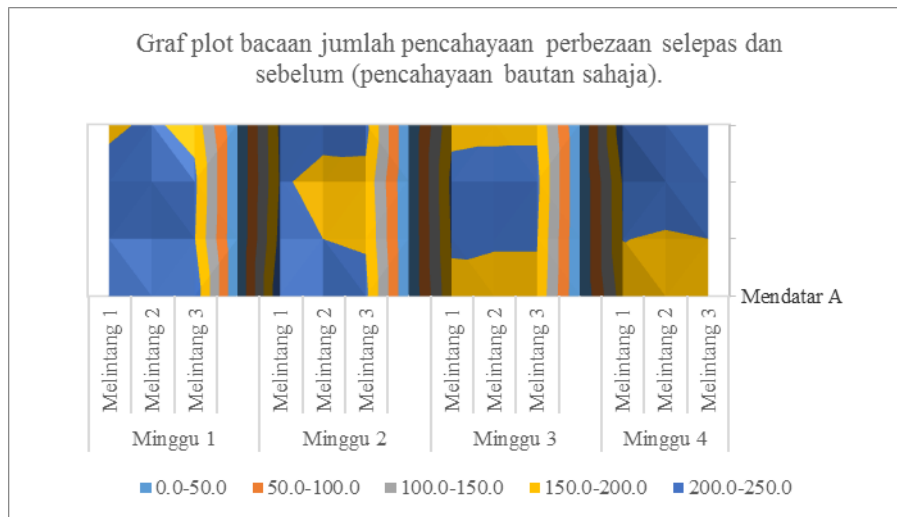
Jadual 3: Bacaan jumlah pencahayaan buatan

Bacaan Titik Mendatar Keempat	Bacaan Pencahayaan (lux)											
	Minggu pertama			Minggu kedua			Minggu Ketiga			Minggu		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A	246	241	234	242	208	211	192	193	193	176		
185 169												
B	221	209	203	216	200	196	204	202	202	201		
196 200												
C	217	225	212	205	188	189	211	211	212	204		
221 215												
D	191	207	183	210	214	216	190	193	193	236		
240 224												



Rajah 12: Graf bar bacaan jumlah pencahayaan perbezaan selepas dan sebelum (pencahayaan buatan sahaja)

Berdasarkan graf bar perbezaan bacaan selepas dan sebelum iaitu bacaan terhadap pencahayaan buatan sahaja yang terdapat dalam ruang. Didapati pencahayaan buatan pada ruang kajian paling banyak diperolehi pada minggu keempat iaitu kajian yang dijalankan pada 26 Julai 2016 dan bacaan ini berlaku pada titik-titik melintang D.



Rajah 13: Graf plot bacaan jumlah pencahayaan perbezaan selepas dan sebelum (pencahayaan bautan sahaja)

Berdasarkan graf plot didapati bacaan cahaya siang yang memasuki ruang adalah sekata pada semua titik bacaan. Bacaan adalah dalam julat 150 lux hingga 300 lux.

2.7 Pengiraan berasaskan standard.

Penentuan jumlah pencahayaan dalam ruang boleh dianggarkan berdasarkan formula pengiraan. Pengiraan ini bertujuan untuk menentukan berapa biji lampu yang diperlukan dalam sesebuah ruang. Hal ini amat penting untuk mendapatkan jumlah pencahayaan yang minimum dalam sesebuah ruang berdasarkan kegunaannya.

$$nN = \frac{E \times A}{F \times mf \times uf} \quad (1)$$

$$RI = \frac{(L \times W)}{Hm (L + W)} \quad (2)$$

$$S_{max} = 1.5 \times Hm \quad (3)$$

3.0 KESIMPULAN

3.1 Perbandingan bacaan berasaskan standard.

Setelah semua ujian dijalankan pada hampir keseluruhan ruang bengkel yang dikenal pasti, didapati bacaan secara keseluruhan adalah diantara 10 lux sehingga kurang dari 300 lux. Pengujian yang dijalankan selama empat minggu, terutama bacaan yang diambil ketika lampu dinyalakan yang menghasilkan pencahayaan semulajadi dan buatan.

Kesemua bacaan ini diambil, didapati bahawa tiada satu pun bacaan yang mencecah 300 lux. Bacaan yang paling tinggi diperolehi adalah sebanyak 274 lux. Berdasarkan teori dan kajian yang dijalankan oleh *Chartered Institution of Building Services Engineers* (CIBSE), dalam penulisan bertajuk *Environmental Design*, menyatakan bahawa jumlah pencahayaan pada ruang bilik darjah adalah 300 lux dan makmal adalah memerlukan pencahayaan minimum sebanyak 500 lux.

Rujukan dilakukan terhadap oleh CIBSE bagi kategori pendidikan. Berdasarkan jadual ini, didapati jumlah pencahayaan minimum sepatutnya untuk ruangan bilik darjah yang minimum diperolehi pada aras meja adalah sebanyak 300 lux. Manakala jika ruangan tersebut adalah ruangan bengkel bacaan pada aras meja yang sepatutnya diperolehi adalah minimum 500 lux.

Ruangan bengkel yang dijalankan pengujian ini adalah dari kategori pendidikan yang mana dikenalpasti sebagai bengkel dan juga digunakan sebagai kelas. Bacaan pencahayaan minimum pada bengkel adalah dirujuk, di mana pencahayaan minimum yang sepatutnya diperolehi adalah sebanyak 500 lux pada aras meja.

Berdasarkan pengujian pada aras meja di bengkel berkenaan, tiada satu pun bacaan menghampiri bacaan minimum tersebut. Bacaan tertinggi yang diperolehi adalah sebanyak 274 lux sahaja.

Hasil dapatan dari kajian ini didapati bahawa jumlah pencahayaan pada Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan di Politeknik Kuching Sarawak adalah dibawah paras pencahayaan yang minimum. Penambahbaikan perlu dilakukan terhadap sistem pencahayaan ruangan berkenaan untuk mengatasi masalah kurang selesa dan rungutan pelajar berkenaan terhadap jumlah pencahayaan yang kurang agar ianya tidak mengganggu proses pengajaran dan pembelajaran.

3.2 Rumusan hasil kajian projek.

Gabungan lebih dari satu jenis lampu boleh dilakukan untuk menjimatkan penggunaan elektrik. Gabungan penggunaan lampu pendaflor biasa jenis Philip T5 ini dan lampu cadangan jenis lampu simbah seperti metal halide amat sesuai digunakan.

Ruang Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan Politeknik Kuching Sarawak ini digunakan untuk menjalankan aktiviti bengkel seperti pemasangan paip, penghawa dingin dan kimpalan. Pada waktu yang berlainan, bengkel ini juga digunakan untuk diadakan kelas teori. Faktor pencahayaan akan mengganggu proses pengajaran dan pembelajaran dalam bengkel ini jika pencahayaan adalah berlaku kurang atau terlalu berlebihan.

Hasil dari kajian terhadap jumlah pencahayaan di Bengkel Kejuruteraan Perkhidmatan Bangunan telah di ajukan kepada Unit Pembangunan dan Senggaraan (UPS) Politeknik Kuching Sarawak untuk ditambah baik. Penambahan pencahayaan buatan perlu disegerakan untuk menjamin kualiti pembelajaran yang lebih baik. Penambahbaikan ini perlu dilaksanakan dengan segera untuk memberikan mutu yang lebih baik pada proses pengajaran dan pembelajaran di bengkel berkenaan.

4.0 RUJUKAN

- Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) (2015), GVA/15 CIBSE Guide A: Environmental Design
- GVF2012 Guide F: Energy Efficiency in Buildings (2012), CIBSE, The Chartered Institute of Building Services Engineers (CIBSE), London.
- The CIBSE Guides (1986) - Volume A: Design Data ISBN 0 900953 29 2, Volume B: Installation and Equipment Data ISBN 0 900953 30 6, and Volume C: Reference Data ISBN 0 900953 31 4.
- Randall McMullan, Environmental Science in Building (2012), Palgrave Macmillan. ISBN-10: 0230290809.
- Santa Maria Surabaya (2016), Optimasi Desain Pencahayaan Ruang Kelas SMA Evi Puspita Dewi, Dimensi Interior, ISSN: 1693-3532.
- Sally and M. Adrian (2003), Reka Bentuk Dalam Sains: Menggunakan Tenaga Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- C.P David. Ismail Haron (Translator) (1997), Pencahayaan edisi kelima. Penerbit UTM, Skudai, Johor Bahru. ISBN 983-52-0086-6
- A.M. Ismail (1997), Konflik Antara Pengoptimuman Penggunaan Cahaya Semulajadi (Cahaya Siang) dengan Cahaya Buatan (Lampu Elektrik) untuk Pencahayaan Ruang Dalaman Bangunan, HBP, Universiti Sains Malaysia.