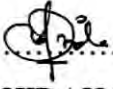


“ Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini, pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri).”

Tandatangan : 

Nama Penyelia : WAHIDAH BINTI ABDUL HALIM

Tarikh : 20 APRIL 2007

PEMBINAAN PERISIAN AUDIT BAGI SISTEM PENCAHAYAAN


MOHD AZHAR BIN ABDUL HAMID

Laporan Ini Disediakan Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)

Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Mei 2007

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang
tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya”

Tandatangan : 

Nama : MOHD AZHAR BIN ABDUL HAMID

Tarikh : 20 APRIL 2007

PENGHARGAAN

Bersyukur kepada Allah s.w.t kerana atas izin dan limpah kurnia-Nya, projek pembangunan perisian audit sistem pencahayaan ini telah berjaya disempurnakan. Ucapan setinggi –tinggi terima kasih kepada pensyarah saya yang merupakan penyelia bagi projek ini iaitu Puan Wahidah Binti Abdul Halim. Segala tunjuk ajar, dorongan dan bimbingan yang telah puan berikan kepada saya dalam melaksanakan projek ini tidak akan dilupakan. Selain itu kepada pensyarah –pensyarah lain serta juruteknik-juruteknik di Universiti Teknikal Malaysia Melaka ini, jutaan terima kasih juga diucapkan atas segala pandangan dan bantuan yang telah dihulurkan sepanjang perjalanan projek pembangunan perisian ini. Ucapkan terima kasih juga kepada ayahda Abdul Hamid Bin Haji Abdul Rahman dan bonda Siti Khairiah Binti Haji Abdullah yang tidak pernah putus-putus memberikan dorongan dan sokongan kepada anakda dalam melaksanakan projek ini. Juga tidak dilupakan kepada ahli keluarga yang lain, along Mohd Mozani sekeluarga, angah Shahfulrizal sekeluarga, adik Hairul Nizam dan Norliza yang sentiasa mendoakan kejayaan saya di dalam menjalani proses pembelajaran di sini. Kepada rakan-rakan sekelas yang banyak membantu dalam memberikan idea dan padangan, jasa kalian semua tidak akan pernah hilang dalam ingatan ini.

ABSTRAK

Projek ini adalah satu projek pembangunan perisian audit bagi sistem pencahayaan. Perisian ini dibangunkan menggunakan Microsoft Visual Basic sebagai bahasa pengaturcaraan. Asas pembangunan projek adalah menggunakan pangkalan data, enjin pengiraan, grafik antaramuka, pengguna dan output iaitu laporan akhir perjalanan proses audit yang telah berlaku. Objektif utama pembangunan perisian ini adalah membantu pengguna untuk mengenal pasti di mana, bila dan bagaimana untuk melakukan penjimatan tenaga untuk sistem pencahayaan. Melalui perisian ini juga, pengguna dapat mengenal pasti potensi yang ada dalam sistem pencahayaan untuk melakukan penjimatan tenaga elektrik. Perisian ini boleh digunakan di lapan jenis ruang yang terdapat di dalam rumah kediaman biasa dan bangunan-bangunan komersial. Perisian akan membantu pengguna mengira keperluan cahaya yang diperlukan oleh sesuatu jenis ruang dan seterusnya melakukan perbandingan dengan sistem pencahayaan yang telah siap dipasang. Ia bagi memastikan sama ada berlaku lebihan atau kekurangan sumber cahaya di dalam ruang tersebut. Perisian ini juga boleh digunakan bagi mereka bentuk sebuah sistem pencahayaan yang baru. Perisian juga akan membantu pengguna mengira kos yang dikenakan terhadap tenaga elektrik yang telah digunakan oleh sistem pencahayaan. Pengiraan adalah bergantung kepada jenis tarif yang digunakan dan jenis peralatan yang digunakan di dalam sistem pencahayaan tersebut. Peringkat terakhir di dalam perisian ini adalah laporan mengenai proses audit yang telah dilakukan. Laporan akhir di dalam perisian ini akan memaparkan jumlah kos penggunaan tenaga dalam tempoh sehari (Ringgit Malaysia (RM)/ sehari) dan jumlah kos penggunaan tenaga elektrik bagi sistem pencahayaan untuk tempoh sebulan (RM/sebulan). Kesemua peralatan yang digunakan di dalam sistem pencahayaan ini juga akan dipaparkan di dalam laporan akhir tersebut.

ABSTRACT

This project presents the development of software to audit the energy usage on the lighting system. This software developed by using Microsoft Visual Basic as a programming language. Basic development of this software is using knowledge base (database), inference engine (discussion), graphical user interface (GUI), user and output (energy audits report). The main purpose of this project is to help users to identify where, when and how they can do energy saving for their lighting system. Users also can use this software to check of the potential energy saving on the lighting system. This software can be applied to eight types of portion in the normal resident house and commercial building. Software will calculate the requirement luminous flux in the portion and does comparison weather the existing lighting system already installed, supply enough luminous flux. This software also can apply in the new installation of the lighting system. Software also will calculate cost for the energy usage in the lighting system depends on the tariff and type of equipment used. Final stage of this software will show the result of the energy audits. The result shows total energy cost in Ringgit Malaysia (RM)/ day and total energy cost for the lighting system per month (RM/month). All the equipment used in the lighting system also list in the last audit report in this software.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ISI KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI GAMBARAJAH	xi
	SENARAI SINGKATAN	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
I	PENGENALAN	
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Objektif Projek	3
	1.3 Skop Projek	4
	1.4 Pernyataan Masalah	4
II	KAJIAN LITERATUR	
	2.1 Rekabentuk Pencahayaan Dalam Bangunan	6
	2.1.1 Pengenalan	6

2.1.2	Kecerahan	7
2.1.3	Indeks Ruang	7
2.1.4	Faktor Penggunaan	8
2.1.5	Faktor Penyelenggaraan	8
2.1.6	Keperluan Cahaya	9
2.1.7	Bilangan Lampu Diperlukan	9
2.1.8	Susunan Lampu	10
2.1.9	Suis	10
2.1.10	Ekonomi	10
2.1.11	Caj Tenaga Elektrik	11
2.1.12	Pengiraan Pencahayaan Dengan Kaedah Lumen	11
2.1.13	Kesimpulan	12
2.2	Kecekapan Penggunaan Tenaga Elektrik Dalam Sistem Pencahayaan	12
2.2.1	Rekabentuk Sistem Pencahayaan Yang Efektif	12
2.2.2	Faktor Persekitaran	13
2.2.3	Pengukuran Penjimatan Tenaga	14
2.2.4	Kepentingan Pengawalan	16
2.2.5	Penyelenggaraan	17

III METODOLOGI PROJEK

3.1	Metodologi Projek	20
3.2	Microsoft Visual Basic	20
3.3	Microsoft Access	21
3.4	Grafik Antaramuka Pengguna (GUI)	22
3.5	Enjin Pengiraan	28
3.6	Pangkalan Data	29
3.7	Laporan Keputusan Audit	29

IV PENGGUNAAN PERISIAN AUDIT SISTEM PENCAHAYAAN

4.1	Pengenalan	31
4.2	Pengiraan Keperluan Kecerahan	32
4.2.1	Jenis Kegunaan Ruang	33
4.2.2	Keluasan Ruang	33
4.2.3	Warna	34
4.2.4	Faktor Penyelenggaraan	35
4.2.5	Contoh Pengiraan	35
	4.2.5.1 Pengiraan Secara Manual	36
	4.2.5.2 Pengiraan Menggunakan Perisian	37
4.3	Perbandingan Keperluan Kecerahan	38
4.3.1	Jenis Lampu	38
4.3.2	Contoh Pengiraan	39
	4.3.2.1 Pengiraan Secara Manual	40
	4.3.2.2 Pengiraan Menggunakan Perisian	40
4.4	Pemilihan Lampu Bagi Pemasangan Sistem Baru	41
4.4.1	Jenis Lampu	42
4.4.2	Contoh Pemilihan	42
	4.4.2.1 Pengiraan Secara Manual	43
	4.4.2.2 Pengiraan Menggunakan Perisian	44
4.5	Pengiraan Kos Penggunaan Tenaga Elektrik	44
4.5.1	Jenis Tarif	45
	4.5.1.1 Tarif Domestik	45
	4.5.1.2 Tarif Perindustrian	46
	4.5.1.2.1 Tarif Perindustrian Voltan Rendah	47
	4.5.1.2.2 Tarif Perindustrian Voltan Sederhana	47
	4.5.1.3 Tarif Perdagangan	47
4.5.2	Anggaran Masa Penggunaan	47
4.5.3	Jumlah Penggunaan Tenaga dan Kos Setiap Hari	48

4.5.4	Contoh Pengiraan	48
	4.5.4.1 Pengiraan Secara Manual	49
	4.5.4.2 Pengiraan Menggunakan Perisian	50
4.6	Laporan Akhir Proses Audit	51
4.6.1	Contoh Pengiraan	52
	4.6.1.1 Pengiraan Secara Manual	52
	4.6.1.2 Pengiraan Menggunakan Perisian	52
4.7	Antaramuka Bantuan	53

V ANALISIS

5.1	Analisis Penggunaan Perisian	59
5.1.2	Bilik Kuliah 10 Bangunan E Fakulti Kejuruteraan Elektrik Universiti Teknikal Malaysia Melaka	60
5.1.3	Ruang Tamu Kuarters Kediaman Kerajaan Kelas G	72

IV KESIMPULAN DAN CADANGAN PROJEK

6.1	Kesimpulan	78
6.2	Cadangan Projek	79

RUJUKAN

81

LAMPIRAN A – D

82-87

SENARAI JADUAL

NO	TAJUK	HALAMAN
1.1	Perbandingan perisian terdahulu dengan perisian projek.	2
2.1	Cadangan tahap kecerahan mengikut kegunaan ruang.	14
2.2	Jenis lampu kalimantang yang digunakan.	17
4.1	Nilai Kecerahan Piawai mengikut kegunaan ruang.	33
4.2	Faktor Kepenggunaan bagi pengiraan Keperluan Kecerahan.	34
4.3	Jenis lampu yang terdapat di dalam pangkalan data.	39
4.4	Kadar Tarif Penggunaan Tenaga Elektrik.	46
5.1	Jenis kombinasi lampu	62
5.2	Keluaran cahaya bagi setiap kombinasi lampu.	65
5.3	Jumlah penggunaan tenaga dan kos bagi tempoh sehari serta kos penggunaan tenaga bagi tempoh sebulan	70
5.4	Jenis Kombinasi Lampu	73
5.5	Keluaran cahaya setiap kombinasi lampu.	74
5.6	Jumlah penggunaan tenaga dan kos bagi tempoh sehari serta kos penggunaan tenaga bagi tempoh sebulan.	75

SENARAI GAMBARAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
2.1	Jenis lampu Philips PLEU.	15
3.1	Kerangka utama perjalanan perisian.	22
3.2	GUI pertama di dalam perisian yang dibina.	23
3.3	GUI kedua di dalam perisian yang dibina.	24
3.4	GUI ketiga di dalam perisian yang dibina.	25
3.5	GUI keempat di dalam perisian yang dibina.	26
3.6	GUI kelima di dalam perisian yang dibina.	27
4.1	Pengiraan keperluan kecerahan.	32
4.2	Contoh pengiraan keperluan kecerahan.	37
4.3	Contoh perbandingan keperluan kecerahan.	41
4.4	Pemilihan lampu bagi pemasangan baru sistem pencahayaan.	44
4.5	Contoh pengiraan kos tenaga elektrik.	51
4.6	Paparan laporan akhir proses audit.	53
4.7	Antaramuka bantuan yang pertama.	54
4.8	Antaramuka kedua di dalam perisian.	55
4.9	Antaramuka ketiga di dalam perisian.	56
4.10	Antaramuka bantuan keempat di dalam perisian.	57
4.11	Antaramuka bantuan kelima di dalam perisian.	58
5.1	Pengiraan keperluan cahaya.	61
5.2	Perbandingan keperluan cahaya dan keluaran cahaya.	61
5.3	Pengiraan keluaran cahaya bagi kombinasi pertama.	63
5.4	Pengiraan keluaran cahaya bagi kombinasi kedua.	63

5.5	Pengiraan keluaran cahaya bagi kombinasi ketiga.	64
5.6	Pengiraan kos tenaga elektrik bagi kombinasi pertama.	66
5.7	Paparan keputusan audit bagi kombinasi pertama.	66
5.8	Pengiraan kos tenaga elektrik bagi kombinasi kedua.	67
5.9	Paparan keputusan audit bagi kombinasi kedua.	68
5.10	Pengiraan kos tenaga elektrik bagi kombinasi ketiga.	69
5.11	Paparan keputusan audit bagi kombinasi ketiga.	69
5.12	Graf jumlah penggunaan tenaga elektrik.	71
5.13	Graf kos penggunaan tenaga elektrik sehari.	71
5.14	Graf kos penggunaan tenaga elektrik bulan Januari.	72
5.15	Jumlah penggunaan tenaga elektrik sehari.	76
5.16	Kos penggunaan tenaga elektrik sehari.	77
5.17	Kos penggunaan tenaga elektrik sebulan.	77

SENARAI SINGKATAN

RM	-	Ringgit Malaysia
GUI	-	<i>Graphic User Interface</i>
kwj	-	Kilowatt jam
R.I	-	Indeks Ruang

SENARAI LAMPIRAN

NO	TAJUK	HALAMAN
A	Jenis - Jenis Ruang	82
B	Pemilihan Faktor Utiliti Untuk Pengiraan Keperluan Kecerahan.	83
C	Jenis - Jenis Lampu Beserta Nilai Keluaran Cahaya Dan Anggaran Beban.	86
D	Kadar Tarif Yang Dikeluarkan Tenaga Nasional Berhad.	87

BAB I

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Pengauditan tenaga merupakan satu proses yang penting di dalam pengurusan tenaga bagi menjadi pengguna yang cekap. Perkataan audit bagi tenaga elektrik bermaksud proses untuk mencari di mana, bila dan bagaimana untuk melakukan penjimatan tenaga elektrik dan dalam pada masa yang sama mendapat kepuasan maksima terhadap penggunaan tenaga tersebut [1]. Disebabkan skop penggunaan tenaga elektrik yang terlalu meluas, projek ini hanya menumpukan kepada proses audit terhadap sistem pencahayaan. Projek ini akan menghasilkan perisian yang akan membantu pengguna untuk menjalankan proses audit. Microsoft Visual Basic merupakan elemen utama yang digunakan bagi membangunkan perisian ini. Sistem ini akan disokong oleh beberapa elemen tambahan seperti Microsoft Access yang digunakan untuk pembangunan pangkalan data. Perisian ini membantu pengguna untuk melakukan pengiraan kecerahan mengikut saiz ruang di samping beberapa faktor seperti kegunaan ruang tersebut, warna dinding ruang tersebut, warna siling ruang tersebut dan juga faktor penyelenggaraan peralatan yang digunakan [2]. Pengguna juga dibantu melalui perisian ini untuk memilih peralatan pencahayaan yang efektif, mengikut keperluan kecerahan yang telah dikira. Perisian ini juga membolehkan pengguna untuk mengira kos tenaga elektrik yang diguna bagi sistem pencahayaan tersebut, berdasarkan tarif yang telah ditetapkan pembekal tenaga elektrik di Malaysia.

Penghasilan perisian ini juga dibuat berdasarkan beberapa perisian audit tenaga yang telah diguna sebelum ini seperti :

- a) Software for Energy Audit Practice [3]
- b) TEAM Sigma™ [4]
- c) Z-Power™ [5]
- d) Building Loads Analysis and System Thermodynamic (BLAST) [6]

Perisian yang dibina di dalam projek ini dijangka mampu mengatasi kelemahan yang ada pada perisian yang telah dibina sebelum ini. Jadual 1.1 menyatakan penyelesaian yang terdapat pada perisian baru ini terhadap masalah yang terdapat pada perisian yang dibina sebelum ini.

Jadual 1.1: Perbandingan perisian terdahulu dengan perisian projek.

Perisian Terdahulu	Perisian Projek
Skop perisian yang dibuat untuk audit tenaga elektrik terlalu luas.	Hanya memfokuskan kepada sistem pencahayaan untuk rumah kediaman dan bangunan komersial.
Pengiraan faktor penggunaan tenaga yang dibangunkan oleh syarikat luar negara yang mana faktor persekitaran yang digunakan tidak bersesuaian dengan negara ini [7].	Mengambil kira faktor persekitaran yang bersesuaian dengan keadaan persekitaran negara ini.
Nilai piawai yang digunakan untuk perisian seperti nilai tarif elektrik tidak mengikut piawai yang ditetapkan di negara ini.	Nilai piawai yang digunakan untuk pengiraan adalah mengikut nilai piawai yang diakui oleh Suruhanjaya Tenaga Malaysia.

1.2 Objektif Projek

Objektif utama pembangunan perisian ini adalah bagi membantu pengguna supaya menjadi lebih cekap dalam penggunaan tenaga elektrik. Di dalam skop yang lebih kecil, pembangunan perisian ini bertujuan membantu pengguna untuk melakukan audit terhadap sistem pencahayaan yang digunakan. Perincian bagi objektif pembinaan perisian adalah seperti berikut:

- a) Membina perisian bagi melakukan kerja audit terhadap sistem pencahayaan.
- b) Membina perisian untuk mengira kecerahan yang diperlukan di dalam sesuatu ruang berdasarkan beberapa faktor yang seperti:
 - i) Kegunaan Ruang
 - ii) Luas Ruang
 - iii) Ketinggian Ruang
 - iv) Warna Dinding Ruang
 - v) Warna Siling Ruang
 - vi) Penyelenggaraan Peralatan
- c) Membina perisian bagi memilih peralatan pencahayaan yang efektif di dalam penggunaan tenaga elektrik berdasarkan nilai keperluan kecerahan untuk sesuatu ruang.
- d) Membina perisian untuk mengira kos penggunaan tenaga elektrik bagi sistem pencahayaan setiap hari berdasarkan anggaran masa penggunaan dan tarif pembekal tenaga elektrik.

1.3 Skop Projek

Berdasarkan kepada objektif utama projek ini, skop pembinaan perisian ini hanya tertumpu kepada sistem pencahayaan. Perisian ini dibina menggunakan Microsoft Visual Basic sebagai elemen utama. Perisian ini dibina bagi melakukan pengiraan kecerahan yang paling efektif bagi sesuatu ruang berdasarkan beberapa faktor yang telah dinyatakan di dalam objektif projek. Perisian juga dibina bagi menyediakan senarai pilihan peralatan pencahayaan yang paling efektif untuk dipilih oleh pengguna bagi pemasangan sistem pencahayaan untuk sesuatu ruang berdasarkan nilai kecerahan yang dikira. Kos penggunaan tenaga elektrik sesuatu sistem pencahayaan juga menjadi antara perkara utama di dalam perisian yang dibina. Pengiraan kos ini dibuat berdasarkan anggaran masa penggunaan peralatan tersebut dan caj yang telah ditetapkan oleh pembekal tenaga tersebut. Di akhir perisian ini, pengguna akan dapat melihat paparan keputusan laporan keseluruhan proses audit yang dilakukan iaitu merangkumi jumlah kecerahan yang diperlukan, peralatan lampu yang digunakan dan jumlah kos tenaga elektrik bagi sistem pencahayaan yang digunakan.

1.4 Pernyataan Masalah

Penggunaan tenaga elektrik yang tidak cekap menjadi satu pembaziran yang amat besar. Kesan kepada pembaziran tersebut bukan hanya melibatkan wang, malahan kesan pembaziran tenaga elektrik juga melibatkan faktor alam semulajadi. Berdasarkan kepada sumber bekalan bahan api fosil yang merupakan medium utama dalam penjanaan elektrik semakin berkurangan, pengguna perlu lebih efektif dalam penggunaan tenaga elektrik. Selain itu juga, penjanaan elektrik menggunakan bahan api fosil juga melibatkan kesan yang buruk terhadap alam sekitar. Penggunaan bahan api fosil ini menyebabkan penghasilan gas rumah hijau di samping pembebasan gas Sulfur dan Nitro yang mengakibatkan berlakunya hujan asid [1].

Melakukan audit terhadap penggunaan tenaga elektrik merupakan salah satu proses penyelesaian kepada kesan-kesan tersebut. Pengauditan tenaga membawa maksud mengenal pasti di mana, bila dan berapa tenaga elektrik yang telah digunakan. Hasil daripada proses audit tersebut, dapat dikenal pasti di mana, bila dan bagaimana untuk melakukan penjimatan tenaga elektrik dan dalam pada masa yang sama mendapat kepuasan maksima hasil daripada penggunaan tenaga tersebut [1].

Perisian yang dibina di dalam projek ini akan membantu pengguna untuk melakukan proses audit. Namun begitu, perisian ini hanya akan melakukan proses audit untuk sistem pencahayaan sahaja yang merupakan elemen terbesar di dalam penggunaan tenaga elektrik seharian.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Rekabentuk Pencahayaan Dalam Bangunan [2]

Kajian ini dilakukan oleh Kamariah Binti Solbi daripada Unit Standard, Pengujian dan Makmal Jabatan Kerja Raya. Kajian ini menerangkan kaedah pengiraan kecerahan yang digunakan di Malaysia. Di dalam kajian ini juga terdapat penerangan mengenai aspek atau faktor yang diambil kira bagi menjalankan pengiraan kecerahan.

2.1.1 Pengenalan

Aspek rekabentuk yang perlu diambil kira ialah dari segi purata kecerahan iaitu menentukan paras kecerahan dan berapa bilangan lampu serta kuasa elektrik yang harus dipasang untuk mendapatkan paras ini. Untuk memulakan rekabentuk pencahayaan di dalam bangunan, maklumat-maklumat berikut mesti diperolehi terlebih dahulu:

- a) Panjang Ruang (L).
- b) Lebar Ruang (W).
- c) Tinggi Ruang (H).
- d) Warna siling.
- e) Warna dinding.
- f) Keadaan tingkap.

- g) Berkipas atau berhawa dingin.
- h) Keadaan sekeliling.
- i) Kegunaan ruang tersebut.

Setelah mengambil kira perkara-perkara di atas barulah pemilihan jenis lampu yang hendak digunakan boleh dilakukan. Umpamanya lampu kalimantang, lampu pijar jenis perhiasan, lampu jenis domestik atau jenis industri. Matlamat utama pemilihan tersebut adalah untuk mengetahui berapa kadar cahaya yang dihasilkan lampu tersebut.

Pada amnya pengeluaran cahaya dari lampu boleh dibahagikan kepada beberapa keadaan pencahayaan:

- a) Terus (1% - 10%).
- b) Separaterus (10% - 40%).
- c) Resapan (40% - 60%).
- d) Separa tidak terus (60% - 90%).
- e) Tidak terus (90% - 100%).

2.1.2 Kecerahan

Dari maklumat di atas dan kajian yang telah dilakukan, pengguna boleh mengetahui paras pencahayaan yang diperlukan. Sebagai contoh untuk sesebuah ruang pejabat, paras pencahayaan yang diperlukan adalah di antara 300 hingga 750 lux.

2.1.3 Indeks Ruang

Langkah pertama untuk mengira kadar pencahayaan yang diperlukan bagi sesuatu ruang adalah pengiraan Indeks Ruang. Kaedah yang digunakan untuk mengira Indeks Ruang adalah seperti berikut:

$$R.I = \frac{L + W}{Hm(L + W)} \quad (2.1)$$

Di mana,

R.I	=	Indek Ruang.
L	=	Panjang Ruang.
W	=	Lebar Ruang.
Hm	=	Tinggi Gantungan.

2.1.4 Faktor Penggunaan

Setelah dipastikan jenis lampu yang hendak digunakan dan mengira Indek Ruang, faktor penggunaan perlulah diambil kira. Pelbagai aspek mengenai faktor penggunaan yang perlu diambil kira. Di antara faktor yang diambil kira adalah warna bagi dinding dan siling ruang tersebut. Setiap keadaan warna tersebut mempunyai peratus pantulan atau serapan cahaya yang berlaku apabila dikenakan sinaran cahaya.

Selain itu, faktor penggunaan juga mengambil kira aspek pantulan cahaya yang diperolehi daripada peralatan pantulan cahaya yang sedia ada dipasang pada lampu tersebut.

2.1.5 Faktor Penyelenggaraan

Ketika proses merekabentuk sistem pencahayaan, biasanya faktor penyelenggaraan lampu tersebut juga akan diambil kira. Ia adalah nilai susutan pancaran cahaya yang dihasilkan oleh lampu tersebut yang disebabkan oleh habuk atau kekotoran. Susutan pancaran cahaya akibat usia lampu tersebut juga diambil kira. Pada amnya, faktor penyelenggaraan telah ditetapkan bersamaan 0.8.

2.1.6 Keperluan Cahaya

Selepas maklumat mengenai Indeks Ruang, Faktor Penggunaan, Faktor Penyelenggaraan dan nilai piawai kecerahan mengikut kegunaan bilik diperolehi, keperluan cahaya yang perlu dikeluarkan oleh lampu yang dipasang boleh ditentukan. Menggunakan kaedah pengiraan di bawah:

$$\text{Keperluan Kecerahan} = \frac{\text{Kecerahan Piawai} \times \text{Luas Permukaan Kerja}}{\text{Faktor Utiliti} \times \text{Faktor Penyelenggaraan}} \quad (2.2)$$

2.1.7 Bilangan Lampu Diperlukan

Setelah jumlah keperluan cahaya diperolehi, bilangan lampu yang perlu dipasangkan di dalam ruang tersebut boleh ditentukan. Setiap lampu mempunyai nilai keluaran cahaya yang berlainan mengikut spesifikasi yang telah dikeluarkan oleh pengeluar lampu tersebut. Oleh yang demikian, jumlah bilangan lampu boleh ditentukan dengan kaedah:

$$\text{Bilangan Lampu} = \frac{\text{Keperluan Cahaya}}{\text{Keluaran Cahaya Lampu}} \quad (2.3)$$

2.1.8 Susunan Lampu

Proses penyusunan lampu boleh dilakukan dengan menggunakan kaedah persamaan seperti di bawah: