

USULAN PENGHEMATAN DAYA LAMPU PADA RUANGAN LABORATORIUM KOMPUTASI FAKULTAS TEKNIK DAN RUANGAN SEJENISNYA DI UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA

Donny Montreano
Ghea Faradisti

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta
Jl. RS Fatmawati – Pondok Labu Jakarta Selatan 12450, Indonesia, Telp 021- 7856971
Email : faradistighea@gmail.com

Abstract

The light in the workspace should be set for a comfortable and healthy employees. If possible energy saving will be even better. In this research, the object of the case study is Computer Laboratory Room in the Faculty of Engineering UPN "Veteran" Jakarta. Problems were found in Computer Laboratory Room is a waste of energy if the lamp position higher than the lamp that hung using a rope. The electricity wastage would be better if it can be minimized, so that the university can take advantage of the budget is wasted on inefficient lighting for research activities and improvement of facilities in the university environment. So that savings can be achieved then the first step is to determine the formulation of the relationship between the intensity of light, lamp power and distance can use Multiple Linear Regression and Poisson regression methods. After processing the data and analysis can be seen equation fluorescent light: $Lux\ Neon = exp(Y')$, $Y' = 4.248 + 0.04698\ Watt\ Neon - 0.007542\ Distance$, and spiral lamps equation: $Lux\ Spiral = exp(Y')$, $Y' = 3.385 + 0.06330\ Watt\ Spiral - 0.005169\ Distance$.

Keywords: Energy saving, Multiple Linear Regression, Poisson Regression

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pencahayaan pada ruang Kerja sebaiknya diatur agar karyawan nyaman dan sehat. Bila memungkinkan hemat energi akan lebih baik lagi. Siapapun menyadari bekerja merupakan tuntutan kebutuhan hidup maka mau tidak mau kita harus menjalankannya. Agar bekerja bisa menyenangkan dibutuhkan usaha diri sendiri dan dukungan dari lingkungan. Baik lingkungan sosial maupun segala yang mendukung aktivitas pekerjaan. Salah satu yang banyak berpengaruh dalam infrastruktur ruang kerja adalah pencahayaan. Pencahayaan merupakan unsur penting dalam sebuah ruang kerja. Dengan pencahayaan yang baik bukan hanya karyawan akan mampu bekerja dengan baik dan produktif tetapi juga ruang kerja akan memberikan suasana yang baik sehingga pada akhirnya berpengaruh pada semangat kerja para pegawainya.

Sayangnya pencahayaan biasanya tidak

diatur dengan serius. Kecuali pada gedung-gedung tertentu yang biasanya sudah menerapkan pencahayaan terintegrasi dan beberapa diantaranya menggunakan konsep hemat energi. Apalagi dari sebuah *survey* diketahui pencahayaan di ruang kerja dapat menghabiskan hampir 45% dari tagihan listrik di gedung kantor (gbcindonesia.org).

Penerangan di ruang kerja memang sangat signifikan dampaknya bagi pekerja. Karena fungsinya sangat penting, cahaya harus memenuhi persyaratan minimal untuk kenyamanan visual. Selain itu, cahaya juga memainkan peranan penting dalam menciptakan suasana ruang. Misalnya *mood* terhadap pengguna ruang dan kepuasan pengguna.

Terdapat dua jenis ruang kerja dalam bangunan kantor yaitu ruang berbentuk *open-plan* dan *private* atau kantor tunggal. Ruang kantor *open-plan* menyediakan ruang kerja yang luas untuk aktivitas kerja yang saling berkaitan serta kemudahan untuk pengaturan perabotan.

Sedangkan pada ruang kantor *private* biasanya digunakan untuk hirarki yang lebih tinggi dalam kantor dan biasanya lebih formal dan *private*. Tetapi secara umum, kondisi pencahayaan yang baik tetap harus tersedia.

Beberapa tahun silam, mungkin kita menemukan kantor yang “seragam” kantor itu biasanya bilik, dikelilingi oleh dinding putih dan diterangi lampu neon putih. Namun kini, beberapa perusahaan besar, telah mengubah *image* itu. Kepercayaan bahwa lingkungan kerja yang kreatif akan membantu merangsang pikiran dan mengilhami inovasinatif. Apalagi 9 jam dalam 5 hari kerja dihabiskan di kantor. Kini banyak ditemukan kantor dengan warna yang tidak lagi monoton dan pencahayaan yang beragam.

Dalam penelitian ini, objek yang menjadistudi kasus adalah Ruang Laboratorium Komputer Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Ruang Laboratorium Komputer menggunakan lampu TL 36 watt sebanyak 10 buah lampu neon dengan ketinggian 3,5 meter dari lantai, tinggi meja kerja 70 cm. Permasalahan yang ditemukan pada Ruang Lab Komputer adalah pemborosan energi apabila posisi lampu tersebut tinggi dibandingkan dengan lampu yang digantung menggunakan tali. Hal ini terjadi diseluruh ruangan gedung Fakultas Teknik dan gedung lain yang berada di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penelitian ini tidak menggunakan rumus dasar fisika, karena dalam rumus fisika tersebut tidak mempertimbangkan bentuk lampu dan pantulan benda-benda didalam ruangan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode statistik.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dialami adalah pemborosan listrik ini dapat mengakibatkan universitas sulit berkembang. Pemborosan listrik ini akan lebih baik jika dapat diminimalisir, supaya universitas dapat memanfaatkan anggaran yang terbuang pada penerangan yang kurang efisien untuk kegiatan penelitian dan penyempurnaan fasilitas lainnya di lingkungan universitas.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mendapatkan formulasi hubungan antara intensitas cahaya, daya lampu, jarak, dan

waktu pengerjaan tugas.

- b. Menghemat daya lampu pada Laboratorium Komputer FT UPN Veteran Jakarta. 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada:

- a. Tidak mempertimbangkan warna cat ruangan, kecuali warna putih.
- b. Objek operator tidak berkacamata atau mata dengan kondisi normal.
- c. Pengujian dilakukan diruang Laboratorium Komputer FT UPN Veteran Jakarta.
- d. Cahaya laptop diukur, namun tidak ikut dalam pengolahan data.
- e. Tidak merubah bentuk atau jenis lampu.
- f. Tidak menggunakan armatur.
- g. Waktu pengambilan data dilakukan pada pukul 18.00 WIB, agar tidak tercampur dengan cahaya matahari.

Tinjauan Pustaka

Pencahayaan

Pencahayaan (iluminasi) adalah kepadatan dari suatu berkas cahaya yang mengenai suatu permukaan. Cahaya mempunyai panjang gelombang yang berbeda-beda dalam spektrum yang tampak (cahaya tampak), yaitu kira-kira 380-780. Sebenarnya tidak ada batasan yang tepat dari spektrum cahaya tampak. Mata normal manusia dapat menerima spektrum cahaya tampak dengan panjang gelombang sekitar 400-700 nm. Spektrum yang tampak tersebut mencakup warna:

- | | |
|-----------|--------------|
| a. Ungu | 380 – 450 nm |
| b. Biru | 450 – 495 nm |
| c. Hijau | 495 – 570 nm |
| d. Kuning | 570 – 590 nm |
| e. Jingga | 590 – 620 nm |
| f. Merah | 620 – 750 nm |

Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan *Watt*, yang merupakan perkalian dari Tegangan (*volt*) dan arus (*amphere*). Daya dinyatakan dalam *P*, Tegangan dinyatakan dalam *V* dan Arus dinyatakan dalam *I*, sehingga besarnya daya dinyatakan

$$P = V \times I \quad (1)$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Cos } _ \quad (2)$$

$$P = \text{Watt} \quad (3)$$

Standar Penerangan dalam Ruang Kerja

Standar ini mencakup persyaratan minimal sistem pencahayaan buatan dalam bangunan ruang kerja agar diperoleh sistem pencahayaan buatan yang sesuai dengan syarat kesehatan, kenyamanan, keamanan dan memenuhi ketentuan yang berlaku untuk bangunan ruang kerja. Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan adalah tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja, yakni bidang horisontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Standar ini memberikan tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi ruangan.

Pritchard (1986)

Pritchard (1986) menyatakan bahwa perencanaan pencahayaan dalam praktik pada umumnya bertujuan untuk tercapainya kuat penerangan yang merata pada seluruh bidang kerja. Pencahayaan yang sepenuhnya merata memang tidak mungkin dalam praktik, tetapi standar yang dapat diterima adalah kuat penerangan minimum serendah-rendahnya 80% dari kuat penerangan rata-rata ruang. Artinya misalkan kuat penerangan rata-ratanya 100 lux, maka kuat penerangan dari semua titik ukur harus 80 lux. Selanjutnya oleh Pritchard dinyatakan bahwa hal ini dapat dicapai jika memenuhi *spacing criteria* (SC), yaitu perbandingan jarak antara pusat luminaire terhadap jarak luminaire ke bidang kerja (*mounting height*). SC 1,5 artinya jarak maksimum antar luminaire = 1,5 x *mounting height*-nya.

Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda adalah hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini digunakan untuk membuat model pendugaan terhadap nilai parameter yang menjelaskan hubungan antar peubah penjelas dan peubah respon.

Persamaan analisis regresi linier berganda adalah:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + e \quad (4)$$

Dimana:

Y = Variabel Dependen

a = Konstanta

X_1, X_2, X_n = Variabel Independen

b_1, b_2, b_n = Koefisien Regresi

e = error (kesalahan pengganggu)

Pengujian model regresi linear berganda meliputi:

a. Uji t

Uji t dilakukan untuk menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel penjelas atau bebas secara individual dalam menerangkan variasi variabel terikat. Untuk menguji pengaruh variabel bebas terhadap terikat secara individu. Untuk menguji hipotesis tersebut digunakan statistik t, dimana nilai t hitung dapat diperoleh dengan formula sebagai berikut:

$$t \text{ hitung} = \frac{b_j}{se(b_j)} \quad (5)$$

Dimana:

b_j = koefisien regresi

$se(b_j)$ = standar error koefisien regresi

b. Uji Koefisien Determinasi (R^2) Uji ini dilakukan untuk mengetahui besarnya proporsi pengaruh variabel-variabel bebas terhadap faktor – faktor yang mempengaruhi variabel tak bebas. Nilai R^2 mempunyai range antara 0-1 atau ($0 < R^2 \leq 1$). Semakin besar R^2 (mendekati satu) semakin baik hasil regresi tersebut (semakin besar pengaruh variabel bebas terhadap variabel tak bebas), dan semakin mendekati 0 maka variabel bebas secara keseluruhan semakin kurang bisa menjelaskan variabel tidak bebas. Koefisien determinasi (R^2) merupakan angka yang memberikan proporsi atau persentase variasi total dalam variabel tak bebas (Y) yang dijelaskan oleh variabel bebas (X). Persamaan koefisien determinasi adalah:

$$R^2 = \frac{\text{jumlah kuadrat regresi}}{\text{jumlah kuadrat total}} = 1 - \frac{\text{jumlah kuadrat kekeliruan}}{\text{jumlah kuadrat total}} \quad (6)$$

Keterangan :

R^2 = koefisien determinasi

= jumlah kuadrat regresi

= jumlah kuadrat total

= jumlah kuadrat kekeliruan

Uji F

Pengujian terhadap pengaruh semua variabel bebas di dalam model dapat dilakukan dengan uji simultan (uji F) pada tingkat signifikansi (α) = 5%. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh semua variabel bebas yang terdapat dalam model secara bersama-sama terhadap variabel terikat. Untuk menguji hipotesis tersebut

digunakan statistik F, dimana nilai F *hitung* dapat diperoleh dengan formula sebagai berikut:

$$h = \frac{R^2/(k-1)}{2 \cdot (1-R^2)/(n-k)} \quad (7)$$

Keterangan :

R² = koefisien determinasi

k = jumlah variabel bebas termasuk konstanta

n = jumlah sampel

Regresi Poisson

Analisis regresi adalah suatu metode yang digunakan untuk menganalisa hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor. Pada umumnya analisis regresi digunakan untuk menganalisa variabel respon yang merupakan data kontinu dan mengikuti distribusi normal. Namun dalam beberapa aplikasinya, variabel respon yang akan dianalisis dapat berupa data diskrit.

Pengujian model regresi poisson meliputi:

a. Uji *Chi_Square*

Chi Square berguna untuk menguji hubungan atau pengaruh dua buah variabel nominal dan mengukur kuatnya hubungan antara variabel yang satu dengan variabel nominal lainnya ($C = \text{Coefisien of contingency}$). Karakteristik *Chi_Square* adalah nilai *Chi_Square* selalu positif, terdapat beberapa keluarga distribusi *Chi_Square*, yaitu distribusi *Chi_Square* dengan $DK = 1, 2, 3, \text{dst}$, dan bentuk Distribusi *Chi_Square* adalah menjulur positif.

b. Uji Koefisien Determinasi (R^2) Uji ini dilakukan untuk mengetahui besarnya proposisi pengaruh variabel-variabel bebas terhadap faktor – faktor yang mempengaruhi variabel tak bebas.

Nilai R^2 mempunyai range antara 0-1 atau ($0 < R^2 \leq 1$). Semakin besar R^2 (mendekati satu) semakin baik hasil regresi tersebut (semakin besar pengaruh variabel bebas terhadap variabel tak bebas), dan semakin mendekati 0 maka variabel bebas secara keseluruhan semakin kurang bisa menjelaskan variabel tidak bebas. Koefisien deteminasi (R^2) merupakan angka yang memberikan proporsi atau persentase variasi total dalam variabel tak bebas (Y) yang dijelaskan oleh variabel bebas (X).

Metode Penelitian

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan oleh peneliti pada Ruang Laboratorium Komputer Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah studi literatur dan studi lapangan. Kedua metode yang digunakan saling mendukung untuk mencapai tujuan akhir penelitian. Selain itu penelitian juga dilakukan terhadap penggunaan aplikasi program komputer yang berhubungan dengan penelitian.

Studi Lapangan

Studi lapangan dimaksudkan untuk mengetahui kondisi sebenarnya yang terdapat dalam ruangan tersebut. Melalui studi lapangan, dapat dilihat secara langsung permasalahan yang ada. Kegiatan yang akan diamati adalah kegiatan pada Ruang Laboratorium Komputer Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Studi lapangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah observasi, yaitu pengumpulan data yang diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung pada objek yang diteliti. Observasi ini bertujuan untuk mendapatkan data kuantitatif.

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh teori-teori dasar yang dibutuhkan, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian penelitian ini. Studi literatur yang terkait dalam penelitian ini adalah Pencerahan, Daya, Standar Pencerahan dalam Gedung, Pritchard (1986), dan Pengukuran Intensitas Pencerahan di Tempat Kerja, Regresi Linier Berganda, dan Regresi Poisson.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap awal dalam penyusunan penelitian ini. Masalah yang dirumuskan adalah pemborosan listrik yang mengakibatkan adanya *opportunity lost* yaitu biaya sia sia yang seharusnya bisa digunakan untuk memperbaiki fasilitas lain.

Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah metode observasi. Metode observasi bertujuan untuk mengumpulkan data melalui penelitian secara langsung. Data yang dikumpulkan adalah data

yang bersifat kuantitatif, yaitu data Pengukuran intensitas cahaya dengan lampu neon, Pengukuran intensitas cahaya dengan lampu spiral, Pengukuran waktu pengerjaan tugas menggunakan lampu spiral, dan Pengukuran jarak.

Pengolahan Data

Data-data yang telah dikumpulkan sebelumnya yaitu, data kuantitatif, selanjutnya akan diolah untuk memudahkan kegiatan analisa. Data-data tersebut kemudian diolah sesuai dengan penerapan teori-teori yang mendukung untuk mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang terjadi. Pada pengolahan data menggunakan Minitab 17 dengan metode Regresi Linier Berganda dan Regresi Poisson.

Analisis Data

Kegiatan ini merupakan penggalian informasi yang berdasarkan pada hasil-hasil yang didapat dari pengolahan data sebelumnya. Hasil kegiatan analisis diharapkan untuk mendapatkan suatu pemecahan terhadap permasalahan yang diamati.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan tahap akhir yang dilaksanakan sebagai upaya untuk menjawab tujuan penelitian. Selain itu, penulis memberikan saran-saran yang dianggap perlu dan patut dipertimbangkan dengan usulan perbaikan-perbaikan sistem kerja.

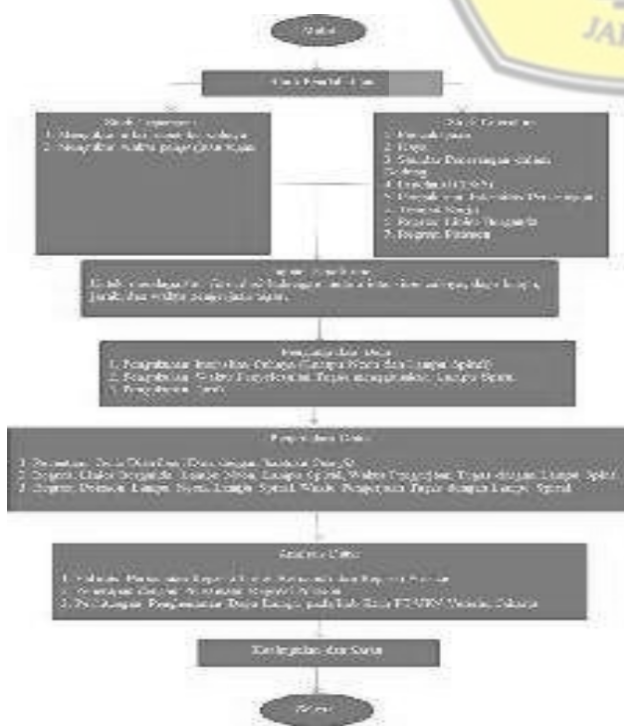
PEMBAHASAN

Sejarah dan perkembangan FT UPN “Veteran” Jakarta Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jakarta berdiri sejak tahun 1993 berdasarkan Keputusan Menhamkam Nomor : Kep/01/II/1993 tanggal 27 Februari 1993 tentang Penataan UPN “Veteran” Jakarta, dimana sebelumnya hanya menyelenggarakan Program Sarjana dengan status kedinasan untuk jurusan Teknik Mesin. Pada tahun 1995 UPN “Veteran” Jakarta beralih status dari kedinasan menjadi swasta dan Fakultas Teknik beralih nama menjadi Fakultas Teknologi Industri. Selanjutnya pada tahun 1997 Fakultas Teknologi Industri (FTI) UPN “Veteran” Jakarta sesuai Surat Keputusan Mendikbud Nomor : 30/D/O/1998 sehingga FTI mempunyai Program Studi S-1 Teknik Mesin, S-1 Teknik Tekstil, dengan status terdaftar dan juga Program Studi D-III Teknik Mesin dan D-III Teknik Tekstil dengan status disamakan. Pada tahun 2000 FTI membuka Program Studi S-1 Teknik Industri dan S-1 Teknik Elektro dengan status izin penyelenggaraan pendidikan sesuai Surat Dirjen Dikti Nomor : 1994/D/T/2002 tanggal 20 September 2002 dan Surat Dirjen Dikti Nomor : 167/D/T/2003 tanggal 30 Januari 2003.

Pada tahun 2005 Fakultas Teknologi Industri (FTI), berubah nama menjadi Fakultas Teknik (FT) sesuai Keputusan Badan Pelaksana Pendidikan UPN “Veteran” Jakarta Nomor : Skep/06/I/2005 tanggal 27 Januari 2005 yang terdiri dari Program Studi S-1 Teknik Mesin, S-1 Teknik Industri, serta S-1 Teknik Perkapalan, yang merupakan gabungan dari Fakultas Teknologi Kelautan, sedangkan Program Studi S-1 dan D-III Teknik Tekstil serta D-III Teknik Mesin, D-III Teknik Perkapalan, S-1 Teknik Elektro mengalami penurunan animo mahasiswa sehingga program pendidikan tersebut ditutup.

Pengumpulan Data Data Pengukuran Intensitas Cahaya Lampu Neon

Data intensitas cahaya lampu neon merupakan data hasil pengukuran lampu neon menggunakan alat ukur intensitas cahaya berupa Lux Meter. Pengukuran dilakukan di ruang Laboratorium Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta saat matahari sudah terbenam pukul 18.00 WIB. Pengukuran ini dilakukan dengan jarak lampu yang telah ditentukan dan tiga jenis daya lampu yang berbeda



Gambar 1 Flowchart Penelitian

(10 watt, 18 watt dan 36 watt). Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5 Data Intensitas Cahaya Lampu Neon (dalam lux)

Jarak (meter)	Watt (Neon)		
	10	18	36
1,5	18	110	121
1,8	13	68	88
2	11	54	73
2,1	10	48	68
2,4	8	35	51
2,5	7	31	48
2,7	6	25	43
3	5	21	36
3,3	5	18	30
3,5	4	15	27
3,6	4	15	26
3,9	3	13	22
4	3	13	21
4,2	3	11	19
4,5	2	10	17

Sumber: Pengambilan Data di Lab Kom FT

Data Intensitas Cahaya Lampu Spiral

Data intensitas cahaya lampu spiral merupakan data hasil pengukuran lampu spiral menggunakan alat ukur intensitas cahaya berupa Lux Meter. Pengukuran dilakukan di ruang Laboratorium Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta saat matahari sudah terbenam pukul 18.00 WIB. Pengukuran ini dilakukan dengan jarak lampu yang telah ditentukan dan tiga jenis daya lampu yang berbeda (8 watt, 15 watt dan 20 watt). Rangkuman pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6 Data Intensitas Cahaya Lampu Spiral (dalam lux)

Jarak (meter)	Watt (Spiral)		
	8	15	20
1,5	26	45	60
1,8	20	35	43
2	16	25	35
2,1	15	25	33
2,4	13	20	25
2,5	11	19	24
2,7	10	15	21
3	9	14	18
3,3	8	13	16
3,5	8	13	16
3,6	8	11	16
3,9	8	11	15
4	6	11	15
4,2	6	11	15
4,5	6	11	14

Sumber: Pengambilan Data di Lab Kom FT

Data Pengukuran Waktu Pengerjaan Tugas

Data waktu pengerjaan tugas menggunakan lampu spiral merupakan data hasil pengukuran pengerjaan tugas menggunakan alat ukur waktu berupa *Stopwatch*. Pengukuran dilakukan di ruang Laboratorium Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta saat matahari sudah terbenam pukul 18.00wib. Pengukuran ini dilakukandengan jarak yang telah ditentukan dan tiga jenis watt lampu yang berbeda (8 watt, 15 watt dan 20 watt). Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7 Waktu Pengerjaan Tugas menggunakan Lampu Spiral (dalam detik)

Jarak (meter)	Watt		
	8	15	20
1,5	596,14	556,71	551,6
1,8	609,88	596,44	693,9
2	610,75	693,8	604,66
2,1	631,73	627,68	655,35
2,4	692,65	645,2	662,96
2,5	656,34	677,13	684,25
2,7	615,54	651,11	669,27
3	595,24	657,43	682,32
3,3	637,25	645,23	677,69
3,5	659,37	605,96	697,21
3,6	644,67	603,43	653,89
3,9	661,12	693,05	632,34
4	722,56	714,19	702,16
4,2	732,04	723,3	754,32
4,5	854,59	741,03	741,84

Sumber: Pengambilan Data di Lab Kom FT

Foto Penelitian

Gambar dibawah adalah cara pengambilan data penelitian, yaitu pengukuran intensitas cahaya menggunakan Lux Meter. Alat ukur intensitas cahaya berada tepat dibawah lampu dengan jarak yang telah di tentukan. Pengukuran dilakukan pada pukul 18.00 wib.



Sumber: Pengambilan Data di Lab Kom FT
Gambar 2 Foto Pengambilan Data

Pengolahan Data

Analisis Regresi Linier Berganda

Regresi Linier Berganda Lampu Neon

Persamaan yang dihasilkan dari data intensitas cahaya lampu neon dengan daya lampu neon dan jarak adalah sebagai berikut:
 $Lux\ Neon = 57,78 + 1,380\ Watt\ Neon - 0,1960\ Jarak$
 Hasil Pengujian Hipotesis Lampu Neon:

a. Uji Parsial (Uji t)

Hasil uji t dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 8 Koefisien Regresi Intensitas Cahaya Lampu Neon

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
Constant	57,78	9,57	6,04	0,000
Watt Neon	1,380	0,222	6,22	0,000
Jarak	-0,1960	0,0265	-7,39	0,000

Daya lampu neon memiliki nilai t sebesar 6,22 dengan nilai P 0,000. Nilai P sebesar 0,000 < 0,05 sehingga dapat diartikan bahwa variabel daya lampu neon berpengaruh secara individu terhadap intensitas cahaya lampu neon. Jarak memiliki nilai t sebesar - 7,39 dengan nilai P 0,000. Nilai P sebesar 0,000 < 0,05 sehingga dapat diartikan bahwa variabel jarak berpengaruh secara individu terhadap intensitas cahaya lampu neon.

- b. Uji Koefisien Determinasi (R²) R² ditunjukkan dengan nilai R-Sq yaitu sebesar 68,94 %. Hal ini menunjukkan bahwa 68,94 % dari variasi variabel tak bebas yang dalam penelitian ini yaitu intensitas cahaya lampu neon dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebasnya antara lain watt lampu neon dan jarak sedangkan 31,06 % lainnya dijelaskan oleh variasi variabel lain di luar model yang tidak diteliti.
- c. Uji Signifikansi Simultan (Uji F) Hasil uji F dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 9 Analisis Variansi Intensitas Cahaya Lampu Neon

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	24419	12209,4	46,61	0,000
Watt Neon	1	10129	10128,8	38,67	0,000
Jarak	1	14290	14290,0	54,55	0,000
Error	42	11002	262,0		
Total	44	35421			

Dari Tabel di atas dapat diketahui bahwa model persamaan ini memiliki tingkat signifikansi, yaitu 0,000 lebih kecil dibandingkan taraf signifikansi α (0,05), maka dapat diartikan bahwa variabel watt lampu neon dan jarak dalam model penelitian ini secara simultan dapat berpengaruh terhadap variabel dependen yaitu intensitas cahaya lampu neon.

Regresi Linier Berganda Lampu Spiral

Persamaan yang dihasilkan dari data intensitas cahaya lampu spiral dengan daya lampu spiral dan jarak adalah sebagai berikut:
 $Lux\ Spiral = 29,43 + 1,086\ Watt\ Spiral - 0,08960\ Jarak$
 Hasil Pengujian Hipotesis Lampu Spiral:

a. Uji Parsial (Uji t)

Hasil uji t dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 10 Koefisien Regresi Intensitas Cahaya Lampu Spiral

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
Constant	29,43	3,82	7,71	0,000
Watt Spiral	1,086	0,172	6,31	0,000
Jarak	-0,08960	0,00931	-9,63	0,000

Daya lampu spiral memiliki nilai t sebesar 6,31 dengan nilai P 0,000. Nilai P sebesar 0,000 < 0,05 sehingga dapat diartikan bahwa variabel daya lampu spiral berpengaruh secara individu terhadap intensitas cahaya lampu spiral. Jarak memiliki nilai t sebesar -9,63 dengan nilai P 0,000. Nilai P sebesar 0,000 < 0,05 sehingga dapat diartikan bahwa variabel jarak berpengaruh secara individu terhadap intensitas cahaya lampu spiral.

- b. Uji Koefisien Determinasi (R²) R² ditunjukkan dengan nilai R-Sq yaitu sebesar 75,93 %. Hal ini menunjukkan bahwa 75,93 % dari variasi variabel tak bebas yang dalam penelitian ini yaitu intensitas cahaya lampu spiral dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebasnya antara lain watt lampu spiral dan jarak sedangkan 24,07 % lainnya dijelaskan oleh variasi variabel lain di luar model yang tidak diteliti.
- c. Uji Signifikansi Simultan (Uji F) Hasil uji F dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 11 Analisis Variansi Intensitas Cahaya Lampu Spiral

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	4271	2135,46	66,26	0,000
Watt Spiral	1	1285	1284,66	39,86	0,000
Jarak	1	2986	2986,26	92,66	0,000
Error	42	1354	32,23		
Total	44	5624			

Dari Tabel di atas dapat diketahui bahwa model persamaan ini memiliki tingkat signifikansi, yaitu 0,000 lebih kecil dibandingkan taraf signifikansi (0,05), maka dapat diartikan bahwa variabel daya lampu spiral dan jarak dalam model penelitian ini secara simultan dapat berpengaruh terhadap variabel dependen yaitu intensitas cahaya lampu spiral.

Regresi Linier Berganda Waktu Pengerjaan Tugas dengan Lampu Spiral

Persamaan yang dihasilkan dari data waktu pengerjaan tugas menggunakan lampu spiral dengan daya lampu spiral dan jarak adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Spiral} = 528,8 + 0,69 \text{ Watt Spiral} + 0,4128 \text{ Jarak}$$

Hasil Pengujian Hipotesis Waktu Pengerjaan Tugas menggunakan Lampu Spiral:

a. Uji Parsial (Uji t)

Hasil uji t dalam penelitian ini disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 12 Koefisien Regresi Waktu Spiral

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
Constant	528,8	28,8	18,47	0,000
Watt Spiral	0,69	1,29	0,54	0,593
Jarak	0,4128	0,0698	5,92	0,000

Daya lampu spiral memiliki nilai t sebesar 0,54 dengan nilai P 0,593. Nilai P sebesar 0,593 > 0,05 sehingga dapat diartikan bahwa variabel daya lampu spiral tidak berpengaruh secara individu terhadap waktu spiral. Jarak memiliki nilai t sebesar 5,92 dengan nilai P 0,000. Nilai P sebesar 0,000 < 0,05 sehingga dapat diartikan bahwa variabel jarak berpengaruh secara individu terhadap waktu spiral.

b. Uji Koefisien Determinasi (R²) R² ditunjukkan dengan nilai R-Sq yaitu sebesar 45,66 %. Hal

ini menunjukkan bahwa 45,66 % dari variasi variabel tak bebas yang dalam penelitian ini yaitu waktu spiral dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebasnya antara lain watt lampu spiral dan jarak sedangkan 54,34 % lainnya dijelaskan oleh variasi variabel lain di luar model yang tidak diteliti.

c. Uji Signifikansi Simultan (Uji F) Hasil uji F dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 13 Analisis Variansi Waktu Spiral

Source	DF	Adj SS	Adj MS Value	F-Value	P-Value
Regression	2	63907	31953,4	17,65	0,000
Watt Spiral	1	525	525,2	0,29	0,593
Jarak	1	63382	63381,6	35,00	0,000
Residual Error	42	76056	1810,9		
Total	44	139963			

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa model persamaan ini memiliki tingkat signifikansi, yaitu 0,000 lebih besar dibandingkan derajat signifikansi (0,05), maka dapat diartikan bahwa variabel daya lampu spiral dan jarak dalam model penelitian ini secara simultan berpengaruh terhadap variabel dependen yaitu waktu spiral.

Analisis Regresi Poisson

Regresi Poisson Lampu Neon

Persamaan yang dihasilkan dari data intensitas cahaya lampu neon dengan daya lampu neon dan jarak adalah sebagai berikut:

$$\text{Lux Neon} = \exp(Y')$$

$$Y' = 4,248 + 0,04698 \text{ Watt Neon} - 0,007542 \text{ Jarak}$$

Hasil Pengujian Hipotesis Lampu Neon:

a. Uji Chi-Square

Dari hasil analisis devian, uji Chi-Square menunjukkan bahwa variabel bebas berpengaruh signifikan karena nilai P yang di hasilkan adalah 0,000 lebih kecil dari = 0,05 sehingga 0 ditolak. Dengan demikian dapat diartikan bahwa daya lampu neon dan jarak berpengaruh secara nyata terhadap intensitas cahaya lampu neon. Hasil uji Chi-Square dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 14 Analisis Devian Lampu Neon

Source	DF	Adj Mean	Adj Square	Chi-Value	P-
Regression	2	869,3	434,662	869,32	0,000
Watt Neon	1	344,1	344,095	344,09	0,000
Jarak	1	525,2	525,230	525,23	0,000
Error	42	183,4	4,366		
Total	44	1052,7			

b. Uji Koefisien Determinasi (R^2) R^2 ditunjukkan dengan nilai R-Sq yaitu sebesar 82,58 %. Hal ini menunjukkan bahwa 82,58 % dari variasi variabel tak bebas yang dalam penelitian ini yaitu intensitas cahaya lampu neon dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebasnya antara lain daya lampu neon dan jarak sedangkan 17,42 % lainnya dijelaskan oleh variasi variabel lain di luar model yang tidak di teliti.

Regresi Poisson Lampu Spiral

Persamaan yang dihasilkan dari data intensitas cahaya lampu spiral dengan daya lampu spiral dan jarak adalah sebagai berikut:

$$\text{Lux Spiral} = \exp(Y')$$

$$Y' = 3,385 + 0,06330 \text{ Watt Spiral} - 0,005169 \text{ Jarak}$$

Hasil Pengujian Hipotesis Lampu Spiral:

a. Uji Chi-Square

Dari hasil analisis devian, uji Chi-Square menunjukkan bahwa variabel bebas berpengaruh signifikan karena nilai P yang di hasilkan adalah 0,000 lebih kecil dari = 0,05 sehingga 0 ditolak. Dengan demikian dapat diartikan bahwa daya lampu spiral dan jarak berpengaruh secara nyata terhadap intensitas cahaya lampu spiral. Hasil uji Chi-Square dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 15 Analisis Devian Lampu Spiral

Source	DF	Adj SS	Adj MS Value	F-Value	P-
Regression	2	241,75	120,847	241,75	0,000
Watt Spiral	1	73,24	73,241	73,24	0,000
Jarak	1	168,51	168,508	168,52	0,000
Error	42	19,75	0,470		
Total	44	261,50			

b. Uji Koefisien Determinasi (R^2) R^2 ditunjukkan dengan nilai R-Sq yaitu sebesar 92,45 %. Hal ini

menunjukkan bahwa 92,45 % dari variasi variabel tak bebas yang dalam penelitian ini yaitu intensitas cahaya lampu spiral dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebasnya antara lain watt lampu spiral dan jarak sedangkan 7,55 % lainnya dijelaskan oleh variasi variabel lain di luar model yang tidak di teliti.

Regresi Poisson Waktu Pengerjaan Tugas dengan Lampu Spiral

Persamaan yang dihasilkan dari data waktu pengerjaan tugas menggunakan lampu spiral dengan daya lampu spiral dan jarak adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Spiral} = \exp(Y')$$

$$Y' = 6,2924 + 0,00105 \text{ Watt Spiral} + 0,000623 \text{ Jarak}$$

Hasil Pengujian Hipotesis Waktu Pengerjaan Tugas menggunakan Lampu Spiral:

a. Uji Chi-Square

Dari hasil analisis devian, uji Chi-Square menunjukkan bahwa variabel bebas berpengaruh signifikan karena nilai P yang di hasilkan adalah 0,000 lebih kecil dari = 0,05 sehingga 0 ditolak. Dengan demikian dapat diartikan bahwa daya lampu spiral dan jarak berpengaruh secara nyata terhadap waktu spiral. Hasil uji Chi-Square dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 16 Analisis Devian Waktu Spiral

Source	DF	Adj Mean	Adj Square	Chi-Value	P-
Regression	2	96,486	48,2430	96,49	0,000
Watt Spiral	1	0,793	0,7929	0,79	0,373
Jarak	1	95,693	95,6931	95,69	0,000
Error	42	111,649	2,6583		
Total	44	208,135			

b. Uji Koefisien Determinasi (R^2) R^2 ditunjukkan dengan nilai R-Sq yaitu sebesar 46,36 %. Hal ini menunjukkan bahwa 46,36 % dari variasi variabel tak bebas yang dalam penelitian ini yaitu waktu spiral dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebasnya antara lain daya lampu spiral dan jarak sedangkan 54,64 % lainnya dijelaskan oleh variasi variabel lain di luar model yang tidak di teliti.

Analisis

Validasi Persamaan Regresi

Maksud dari validasi regresi adalah untuk

mengambil data pada sistem yang nyata. Sedangkan tujuan dari validasi regresi adalah untuk memastikan apakah model dalam Minitab 17 tersebut tidak berbeda secara signifikan. Namun, dalam penelitian ini tidak mengambil data secara nyata karena nilai validasi sudah di hitung oleh Minitab 17 pada deviance table di baris regression. Secara keseluruhan dari penelitian yang telah dilakukan, hasil validasi persamaan regresi dari kedua metode yaitu metode Regresi Linier Berganda dan Regresi Poisson keduanya dinyatakan valid karena pada uji F dan uji Chi-Square nilai P lebih kecil daripada nilai α .

Penerapan dengan Persamaan Regresi Poisson

Persamaan Regresi Poisson Lampu Neon

Persamaan yang dihasilkan dari intensitas cahaya lampu neon dengan daya lampu neon dan jarak adalah sebagai berikut:

$$\text{Lux Neon} = \exp(Y')$$

$$Y' = 4,248 + 0,04698 \text{ Watt Neon} - 0,007542 \text{ Jarak}$$

a. Menurut SNI

Menurut SNI, nilai intensitas cahaya pada ruang komputer adalah sebesar 350 lux, kemudian nilai intensitas cahaya tersebut dihitung dengan persamaan lux neon untuk mengetahui berapa jarak yang tepat menurut SNI jika lux sebesar 350.

Tabel 17 Perhitungan Persamaan Lampu Neon SNI

Daya Lampu Neon	Jarak (dalam cm)	DayaLampu Neon dikali dua	Jarak (cm)
10 watt	-151,171	20 watt	88,880
18 watt	-101,338	36 watt	10,785
36 watt	10,785	72 watt	235,034

Tanda minus (-) pada tabel menunjukkan bahwa daya lampu yang terpasang perlu ditambahkan.

b. Menurut Kemenkes dan Grandjean Menurut Kepmenkes pekerjaan rutin yaitu pada ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan atau penyusunan tingkat pencahayaan minimal yaitu sebesar 300 lux dan menurut Grandjean jenis kegiatan komputer dengan sumber dokumen yang terbaca jelas tingkat pencahayaan

nya adalah sebesar 300 lux. Kemudian nilai intensitas cahaya tersebut dihitung dengan persamaan lux neon untuk mengetahui berapa jarak yang tepat menurut Kepmenkes dan Grandjean jika lux sebesar 300.

Tabel 18 Perhitungan Persamaan Lampu Neon Kepmenkes dan Grandjean

Daya Lampu Neon	Jarak (dalam cm)	DayaLampu Neon dikali dua	Jarak (cm)
10 watt	-130,732	20 watt	-68,440
18 watt	-80,899	36 watt	31,224
36 watt	31,224	72 watt	225,473

Tanda minus (-) pada tabel menunjukkan bahwa daya lampu yang terpasang perlu ditambahkan.

c. Menurut Laboratorium Komputer FT Pada Lab Komputer FT Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, dengan 10 buah lampu neon TL nilai intensitas cahaya sebesar 171 lux. Kemudian nilai intensitas cahaya tersebut dihitung dengan persamaan lux neon untuk mengetahui berapa jarak yang tepat menurut Lab Komputer jika lux sebesar 171.

Tabel 19 Perhitungan Persamaan Lampu Neon Lab Kom

Daya Lampu Neon	Jarak (dalam cm)	DayaLampu Neon dikali dua	Jarak (cm)
10 watt	-56,2003	20 watt	6,0908
18 watt	-6,367	36 watt	105,756
36 watt	105,756	72 watt	330,004

Tanda minus (-) pada tabel menunjukkan bahwa daya lampu yang terpasang perlu ditambahkan.

Persamaan Regresi Poisson Lampu Spiral

Persamaan yang dihasilkan dari data intensitas cahaya lampu spiral dengan daya lampu spiral dan jarak adalah sebagai berikut:

$$\text{Lux Spiral} = \exp(Y')$$

$$Y' = 3,385 + 0,06330 \text{ Watt Spiral} - 0,005169 \text{ Jarak}$$

a. Menurut SNI

Menurut SNI, nilai intensitas cahaya pada ruang komputer adalah sebesar 350 lux, kemudian nilai

intensitas cahaya tersebut dihitung dengan persamaan lux spiral untuk mengetahui berapa jarak yang tepat menurut sni jika lux sebesar 350. Tabel 20 Perhitungan Persamaan Lampu Spiral SNI

Tabel 20 Perhitungan Persamaan Lampu Spiral SNI

Daya Lampu Spiral	Jarak (dalam cm)	Daya Spiral dikali dua	Jarak (dalam cm)
8 watt	-380,447	16 watt	-282,479
15 watt	-294,725	30 watt	-111,034
20 watt	-233,494	40 watt	11,4272

Tanda minus (-) pada tabel menunjukkan bahwa daya lampu yang terpasang perlu ditambahkan.

b. Menurut Kepmenkes dan Grandjean Menurut Kepmenkes pekerjaan rutin yaitu pada ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan atau penyusunan tingkat pencahayaan minimal yaitu sebesar 300 lux dan menurut Grandjean jenis kegiatan komputer dengan sumber dokumen yang terbaca jelas tingkat pencahayaannya adalah sebesar 300 lux. Kemudian nilai intensitas cahaya tersebut dihitung dengan persamaan lux spiral untuk mengetahui berapa jarak yang tepat menurut Kepmenkes dan Grandjean jika lux sebesar 300.

Tabel 21 Perhitungan Persamaan Lampu Spiral Kepmenkes dan Grandjean

Daya Lampu Spiral	Jarak (dalam cm)	Daya Spiral dikali dua	Jarak (dalam cm)
8 watt	-350,625	16 watt	-252,657
15 watt	-264,903	30 watt	-81,2115
20 watt	-203,672	40 watt	-41,2494

Tanda minus (-) pada tabel menunjukkan bahwa daya lampu yang terpasang perlu ditambahkan.

c. Laboratorium Komputer

Pada ruangan ini menggunakan 10 buah lampu neon TL yang memiliki nilai intensitas cahaya sebesar 171 lux diukur di atas meja. Lalu menentukan jarak nilai intensitas cahaya tersebut dihitung dengan persamaan lux spiral untuk mengetahui berapa jarak yang tepat menurut Lab Komputer jika lux sebesar 171.

Tabel 22 Perhitungan Persamaan Lampu Spiral Lab Kom

Daya Lampu Spiral	Jarak (dalam cm)	Daya Spiral dikali dua	Lampu (dalam cm)
8 watt	-241,877	16 watt	143,908
15 watt	-156,155	30 watt	27,5367
20 watt	-94,9242	40 watt	149,997

Tanda minus (-) pada tabel menunjukkan bahwa daya lampu yang terpasang perlu ditambahkan.

Perhitungan Penghematan Daya Lampu pada Laboratorium Komputer FT UPN Veteran Jakarta

Kondisi Lab Komputasi FT, memiliki 10 buah lampu neon TL 36 watt total 171 lux, posisi lampu terjauh 5,06 meter dan terdekat 3,10 meter. Kemudian untuk penghematan listrik pada lampu, peneliti mencoba menghitung dengan persamaan lux neon regresi poisson untuk menggunakan daya lampu 18 watt. Maka jarak yang dibutuhkan untuk mempertahankan 171 lux sebagai berikut:

Tabel 23 Perhitungan Lux tiap lampu diberbagai jarak di Lab Kom FT menggunakan excel

	lux	watt neon	Jarak II	Jarak I
1	5,5841 = 4 + 0,047	18	0,007542	447,3 506
2	19,281 = 4 + 0,047	18	0,007542	283 369
3	35,995 = 4 + 0,047	18	0,007542	200,2 310
4	19,281 = 4 + 0,047	18	0,007542	283 369
5	5,5841 = 4 + 0,047	18	0,007542	447,3 506
6	5,5841 = 4 + 0,047	18	0,007542	447,3 506
7	19,281 = 4 + 0,047	18	0,007542	283 369
8	35,995 = 4 + 0,047	18	0,007542	200,2 310
9	19,281 = 4 + 0,047	18	0,007542	283 369
10	5,5841 = 4 + 0,047	18	0,007542	447,3 506
total	171,45			

Jarak I adalah jarak mula-mula 10 lampu terhadap titik tengah ruangan. Lalu jarak II adalah jarak yang telah dikurangi 131 cm agar lux tetap berkisar 171 Lux yang ditandai warna kuning. Pengurangan ini artinya, lampu akan di gantung ke bawah sejauh 131 cm.

Dengan bantuan CAD untuk mengukur jarak pitagoras, maka Lab Komputasi FT dapat menggunakan lampu 18 watt sebanyak 10 buah lampu dan jarak 131 cm dari plafon yang sebelumnya 36 Watt tepat di plafon.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Persamaan Regresi Poisson yang dihasilkan adalah
 $Lux\ Neon = \exp(Y')$
 $Y' = 4,248 + 0,04698\ Watt\ Neon - 0,007542\ Jarak$
 $Lux\ Spiral = \exp(Y')$
 $Y' = 3,385 + 0,06330\ Watt\ Spiral - 0,005169\ Jarak$
- b. Dalam penelitian ini untuk data waktu pengerjaan tugas menggunakan lampu spiral tidak dipengaruhi dengan daya lampu.
- c. Secara teori, penghematan daya di Lab. Komp. FT dapat dilakukan sebesar lebih kurang 50%, yaitu dari 360 watt menjadi 180 Watt, jika posisi lampu digantung sampai jarak 131 cm dari plafon.

Gedung, www.ftsp1.uui.ac.id, diakses 17 Juni 2015

Suwanda, M.S, Rasmin, Purnama 2011,

Desain Eksperimen untuk Penelitian Ilmiah, Alfabeta, cv.

S.J. Press and S. Wilson 1978, *Choosing Between Logistic Regression and Discriminant Analysis*, Journal of the American Statistical Association, 73, 6

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan) 1981, *Penerangan Alami Siang Hari dari Bangunan*, Edisi III, Jakarta.

Green Building Council Indonesia, www.gbcindonesia.org/faq-rating/15-resource/publication/44-hidup-hijau-di-kantor, diakses 23 Juli 2015

Mattjik, Ahmad Ansari 2013, *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS & Minitab*, IPB Press Kampus IPB Taman Kencana, Bogor.

Multiple Regression, <http://support.minitab.com/en-us/minitab-express/1/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/how-to/multiple-regression/before-you-start/overview/>, diakses 12 April 2015

Patty, F.A. 1967, *Industrial Hygiene and Toxicology* vol1, Inter Science Publisher Inc., New York.

Poisson Regression, <http://blog.minitab.com/blog/statistics-and-quality-data-analysis/opening-ceremonies-for-bubble-plots-and-poisson-regression>, diakses 12 April 2015

R.B D'Agostino and M.A Stephens, Eds. 1986, *Goodnes of fit Techniques*, Marcel Dekker.

SNI, 2001, *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan*

