

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang relevan dengan topic pengerjaan tugas akhir ini sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1. Daftar Referensi Tinjauan Pustaka.

Tabel 2.1. Daftar Referensi Tinjauan Pustaka

<b>Nama Peneliti (Tahun)</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Tujuan Penelitian</b>	<b>Metode Penelitian</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
M.G. Figueiro, M. Kalsher, B.C. Steverson, J. Heerwagen, K. Kampschroer, M.S. Rea (2018)	Circadian-effective light and its impact on alertness in office workers	Menentukan apakah intervensi pencahayaan circadian akan mengurangi kantuk dan meningkatkan kewaspadaan, vitalitas dan energi pada pekerja kantoran saat bekerja.	Observasi di lapangan dan kuisioner	Tingkat cahaya 'tinggi' pada kornea pada siang hari akan menyelaraskan ritme sirkadian dengan lebih baik ke aktivitas sehari-hari. [9].

Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Xiaodong Chen, Xin Zhang, Jiangtao Du (2020)	The potential of Circadian lighting in office buildings using a fibre Optics Daylighting system in Beijing	Menyajikan penyelidikan potensi pencahayaan sirkadian untuk sistem pencahayaan serat optik (FODS) di satu kantor di Beijing, Cina	Pemantauan kinerja pencahayaan FODS selama periode 11 bulan, simulasi pencahayaan menggunakan model kantor tunggal, dan perhitungan teoritis	Ada kemungkinan besar bahwa tingkat cahaya sirkadian yang tepat di ruang kerja tanpa jendela dapat dicapai melalui penerapan FODS di Cina utara. Dengan FODS ini, efek pencahayaan non-visual (circadian system entrainment) dapat dicapai ketika persyaratan pencahayaan standar terpenuhi pada bidang kerja horizontal berdasarkan kinerja visual penghuni di kantor ini [10].
Lone Baandrup, Poul J. Jennum (2021)	Effect of a dynamic lighting intervention on circadian rest-activity disturbances in cognitively impaired, older adults living in a nursing home: A proof-of-concept study	Memperbaiki pola aktivitas istirahat pada orang tua dengan mengevaluasi efek penerapan pencahayaan dinamis	Observasi di lapangan, kuisioner dan pengukuran menggunakan actigraphy	Sistem pencahayaan dinamis merupakan sistem yang menjanjikan yang dapat mengubah pola istirahat para lansia di panti jompo [11].

Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
M. Ye, S.Q. Zheng, M.L. Wang, M. Ronnie Luo (2017)	The effect of dynamic correlated colour temperature changes on alertness and performance	Menyelidiki efek cahaya dinamis dan CCT yang berbeda terhadap kewaspadaan dan kinerja manusia	Observasi di lapangan dan kuisisioner	Peserta menjadi lebih waspada dan menampilkan performa terbaik pada pencahayaan dengan CCT yang tinggi [12].

UMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

NUSANTARA

Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Mariana G. Figueiro, Bryan Steverson, Judith Heerwagen, Kevin Kampschroer, Claudia M. Hunter, Kassandra Gonzales, Barbara Plitnick, Mark S. Rea (2017)	The impact of daytime light exposures on sleep and mood in office workers	Mengukur cahaya yang efektif untuk sistem sirkadian serta mengumpulkan paparan cahaya pribadi pada pekerja kantor dan menghubungkannya dengan tidur dan suasana hati mereka	Observasi di lapangan dan kuisioner	Tingginya tingkat cahaya sirkadian yang dipaparkan sepanjang hari dikaitkan dengan peningkatan fasor besarnya, mengurangi depresi, dan meningkatkan kualitas tidur [13].
M.G. Figueiro, M.S. Rea (2014)	Office lighting and personal light exposures in two seasons: Impact on sleep and mood	Menyelidiki efek pencahayaan pada ruang kerja pada musim panas dan dingin terhadap kualitas tidur dan suasana hati	Observasi di lapangan, pengukuran dan kuisioner	Peningkatan paparan cahaya yang cukup signifikan selama musim panas. Selain itu, kuantitas dan kualitas tidur juga secara signifikan lebih tinggi di musim panas daripada di musim dingin. Strategi untuk meningkatkan eksposur cahaya sirkadian pada bangunan harus menjadi pertimbangan dalam desain arsitektur [14].

Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Myriam B.C. Aries, Jennifer A. Veitch, Guy. R. Newsham (2010)	Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort	Mengetahui karakteristik dari efek jendela terhadap kenyamanan pekerja	Observasi di lapangan, pengukuran dan kuisisioner	View jendela yang dinilai lebih menarik bermanfaat bagi penghuni gedung dengan mengurangi ketidaknyamanan. Namun, berada dekat dengan jendela dan menilai pencahayaan sebagai kualitas yang lebih rendah dapat mengakibatkan masalah termal dan silau (utilitas lingkungan). Berkurangnya ketidaknyamanan di tempat kerja dapat meningkatkan kualitas tidur, menunjukkan bahwa kondisi fisik di tempat kerja mempengaruhi kehidupan rumah [15].

UMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

NUSANTARA

Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Mohamed Boubekri, Ivy N. Cheung, Kathryn J. Reid, Chia-Hui Wang, Phyllis C. Zee (2014)	Impact of Windows and Daylight Exposure on Overall Health and Sleep Quality of Office Workers: A Case-Control pilot study	Mengkaji dampak paparan sinar matahari terhadap kesehatan pekerja kantor dari perspektif kesejahteraan subjektif dan kualitas tidur serta tindakan tindakan paparan cahaya, aktivitas, dan pola bangun tidur.	Observasi di lapangan dan kuisioner	Pekerja yang memiliki jendela di tempat kerja cenderung lebih banyak paparan cahaya selama minggu kerja, kecenderungan lebih banyak aktivitas fisik, dan durasi tidur yang lebih lama yang diukur dengan actigraphy [2].

UMN

UNIVERSITAS

MULTIMEDIA

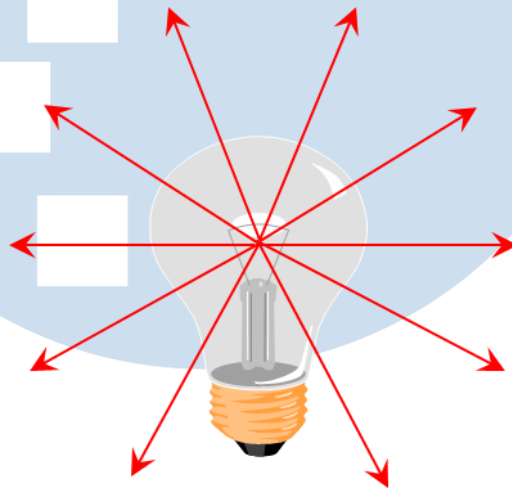
NUSANTARA

## 2.2 Tinjauan Teori

### 2.2.1 Dasar Pencahayaan

#### 2.2.1.1 Fluks Cahaya

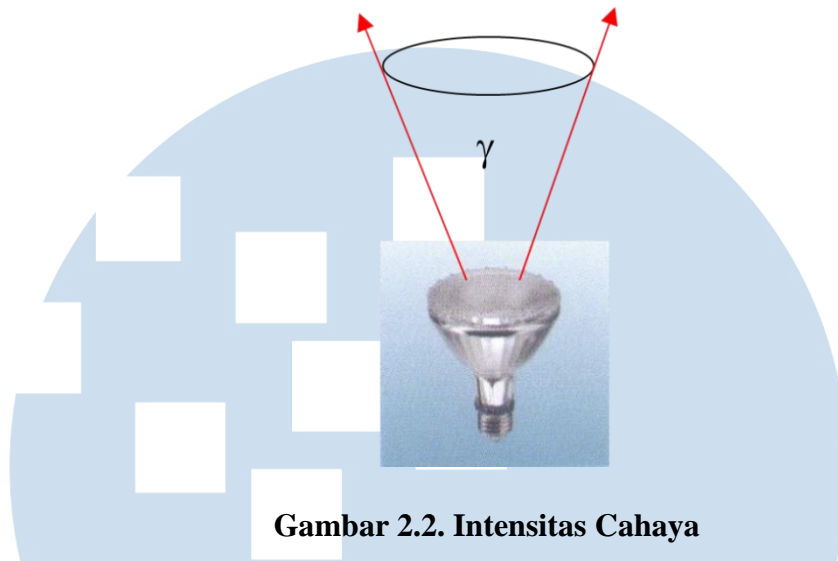
Fluks cahaya adalah cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya seperti lampu yang diterima oleh sebuah permukaan [16]. Satuan Internasional (SI) dari fluks cahaya adalah Lumen (lm) yang merupakan satuan turunan dari candela (cd). Satu lumen didefinisikan sebagai fluks cahaya yang dipancarkan ke dalam satuan sudut padat 1 steradian yang memiliki intensitas cahaya 1 candela [17].



**Gambar 2.1. Fluks Cahaya**

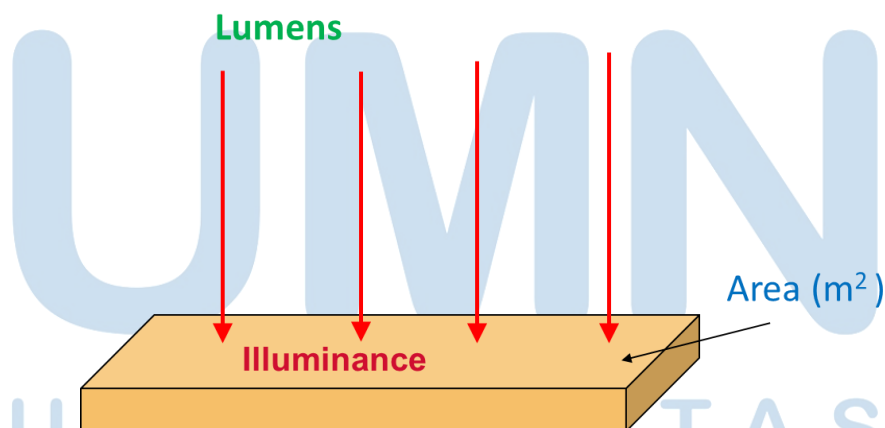
#### 2.2.1.2 Intesitas Cahaya

Intesitas cahaya merupakan banyaknya energi cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam arah tertentu per satuan sudut padat. Satuan Internasional (SI) dari intesitas cahaya adalah candela (cd) yang berasal dari kata lilin (candle) yang disebut sebagai sumber cahaya buatan pertama. Sebuah lilin dapat memancarkan cahaya dengan intensitas sekitar 1 cd [17, 18].



### 2.2.1.3 Iluminansi

Iluminansi adalah kuat penerangan di area permukaan sebuah objek, atau yang sering disebut dengan tingkat pencahayaan. Tingkat pencahayaan sendiri merupakan ukuran jumlah cahaya yang jatuh menyinari permukaan suatu bidang. Iluminansi dilambangkan dengan huruf E dengan satuan lux atau  $\text{lm}/\text{m}^2$  [19].



Tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan memiliki standarnya masing-masing seperti yang di atur dalam Standar Nasional Indonesia

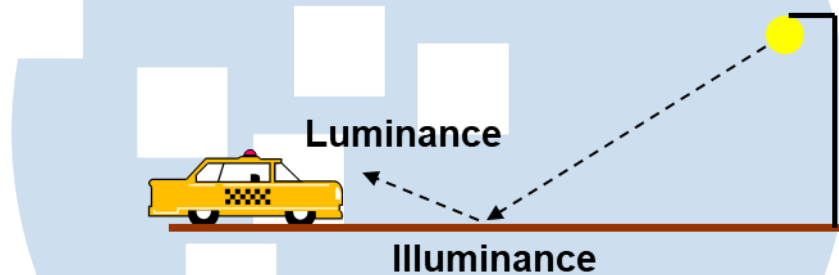
(SNI), *Illuminating Engineering Society* (IES), dan lain sebagainya. Dalam SNI, rekomendasi tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan yang di atur dalam SNI 6197:2020 Konversi Energi pada Sistem Pencahayaan [20].

Fungsi Ruangan	Tingkat pencahayaan rata-rata ( $E_{rata-rata}$ ) minimum (lux) <sup>a)</sup>
<b>Rumah Tinggal</b>	
Teras	40
Ruang tamu	150
Ruang keluarga	100
Ruang makan	100
Ruang kerja	350
Kamar tidur	50
Kamar mandi	100
Laundry	200
Tangga	100
Gudang	50
Dapur	250
Garasi	50
<b>Perkantoran</b>	
Ruang resepsionis.	300
Ruang direktur	350
Ruang kerja	350
Ruang komputer	150
Ruang rapat	300
Ruang gambar	750
Gudang arsip	150
Ruang arsip aktif	350
Ruang tangga darurat	100
Ruang parkir	100
<b>Lembaga Pendidikan</b>	
Ruang kelas	350
Ruang baca perpustakaan	350
Laboratorium	500
Ruang praktek komputer	500
Ruang laboratorium bahasa.	300
Ruang guru	300
Ruang olahraga	300
Ruang gambar	750
Ruang Auditorium (exhibition)	300
Lobby	100
Tangga	100
Kantin	200

**Gambar 2.4. Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Menurut SNI [20].**

#### 2.2.1.4 Luminansi

Luminansi merupakan ukuran jumlah cahaya yang dipancarkan, dilewati atau dipantulkan dari permukaan sebuah objek. Luminansi akan menunjukkan kecerahan cahaya yang dapat dirasakan oleh mata manusia. Nilai luminansi yang terlalu tinggi dapat membuat silau pengguna ruangan. Satuan SI untuk luminansi adalah  $\text{cd/m}^2$  [19].

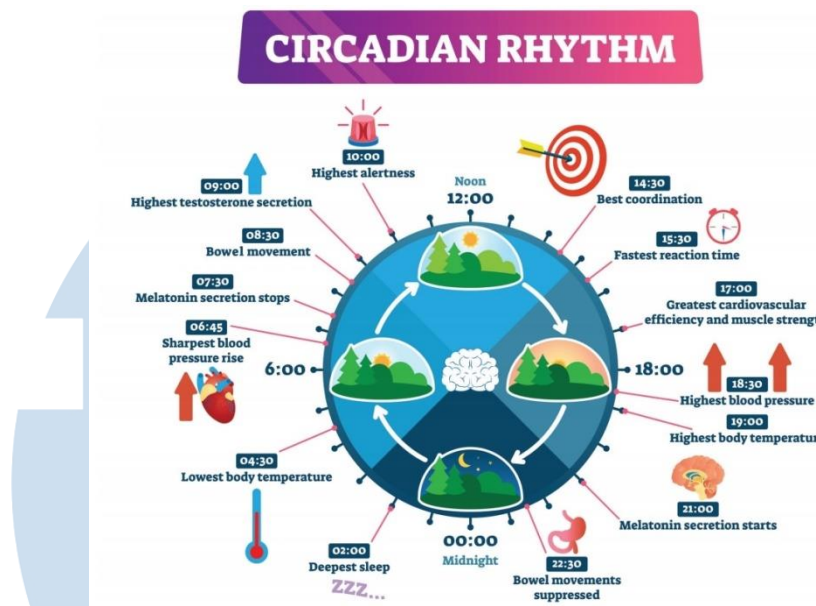


Gambar 2.5. Ilustrasi Perbedaan Luminansi dan Iluminansi

#### 2.2.2 Ritme Sirkadian

Ritme sirkadian atau circadian rhythm merupakan bagian dari jam internal tubuh yang bergerak selama 24 jam untuk menjalankan fungsi dan proses penting, salah satunya adalah siklus tidur-bangun. Pada dasarnya, sistem tubuh manusia mengikuti ritme sirkadian yang telah disinkronkan dengan jam utama di otak. Jam utama manusia secara langsung dipengaruhi oleh lingkungan, terutama cahaya. Oleh sebab itu, ritme sirkadian sangat berkaitan dengan siklus siang dan malam. Ritme sirkadian akan bekerja dengan cara memastikan bahwa seluruh proses yang dilakukan oleh tubuh dioptimalkan di berbagai titik dalam waktu 24 jam. Pada manusia, ritme ini akan mengkoordinasikan sistem mental dan fisik di seluruh tubuh [4, 21].

U N I V E R S I T A S  
M U L T I M E D I A  
N U S A N T A R A

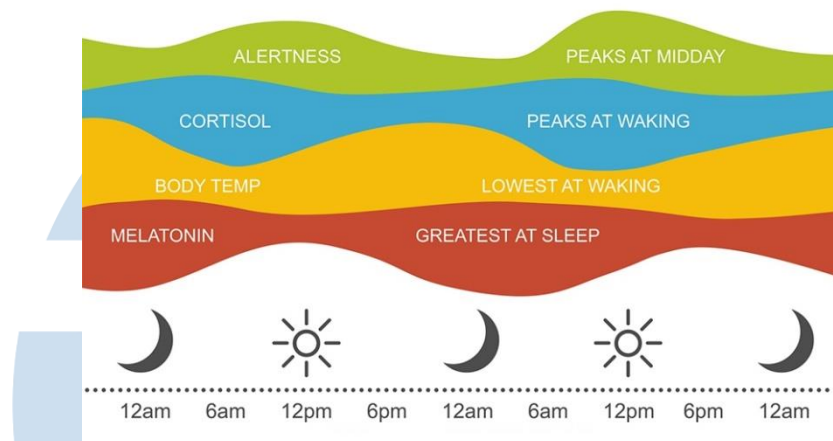


**Gambar 2.6. Ritme sirkadian [22].**

Ketika ritme ini tidak aktif, tubuh manusia tidak akan berfungsi secara optimal sehingga meningkatkan risiko seseorang mengalami insomnia, kantuk berlebihan di siang hari dan penurunan produktivitas kerja [21]. Ritme ini dapat dijaga dengan mendapatkan paparan sinar matahari alami pada siang hari dan meminimalisir paparan cahaya buatan pada malam hari. Selain itu, studi juga menyarankan manusia untuk meredupkan lampu dan meletakkan serta menjauhkan perangkat elektronik menjelang waktu tidur dari permukaan tempat tidur.

### 2.2.3 Pencahayaan Sirkadian

Pencahayaan sirkadian atau *circadian lighting* merupakan desain sistem pencahayaan yang dirancang untuk memanfaatkan siklus yang diikuti oleh tubuh manusia berdasarkan posisi, durasi dan warna cahaya matahari alami pada waktu tertentu. Sistem pencahayaan ini mampu mengoptimalkan kinerja penghuni untuk fokus, kreatif dan produktif sepanjang hari. Sinyal cahaya yang sesuai juga dapat meningkatkan kualitas tidur dan mengurangi kelelahan sehingga dapat membuat lebih produktif di kemudian hari [3].



**Gambar 2.7. Pencahayaan Sirkadian [23].**

Studi menunjukkan bahwa pekerja yang mendapatkan cahaya matahari alami akan lebih unggul dibandingkan dengan pekerja yang tidak mendapatkan cahaya matahari langsung. Pekerja dengan lingkungan dan pencahayaan yang buruk akan mengalami kelelahan dan penurunan produktivitas kerja secara keseluruhan [4].

#### 2.2.4 Equivalent Melanopic Ratio (EML)

*International WELL Building Institute (IWBI)* mengeluarkan standar WELL v2 yang menetapkan standar bangunan untuk meningkatkan kenyamanan, kesehatan dan kesejahteraan penghuni. Terdapat standar circadian lighting untuk area kerja, ruang istirahat dan area belajar. Pada ruangan yang ditempati secara rutin, diperlukan minimal 150 Equivalent Melanopic Lux (EML) untuk ruangan yang tidak terkena pancaran cahaya matahari alami dan 120 EML untuk ruangan yang terkena pancaran cahaya matahari alami. Equivalent Melanopic Lux sendiri merupakan efek biologis cahaya pada manusia yang diukur pada bidang vertikal setinggi mata penghuni. Untuk mendapatkan nilainya, diperlukan melanopic ratio (R) dan lux visual (L) yang terukur pada ruangan. Berikut merupakan persamaan untuk menentukan EML [24, 25, 26] :

$$EML = R \times L \quad (1)$$

**Tabel 2.1. Melanopic Ratio berdasarkan Sumber Cahaya**

CCT (K)	Sumber Cahaya	Melanopic Ratio
2700	LED	0,45
2950	Fluorescent	0,43
3000	Fluorescent	0,45
2800	Incandscnt	0,54
4000	Fluorescent	0,58
	LED	0,76
5450	CIE E (Equal Energy)	1
6500	Fluorescent	1,02
	Daylight	1,1
7500	Fluorescent	1,11

Tabel 2.1 merupakan melanopic ratio yang didapatkan melalui tabel yang diberikan oleh WELL Certified. Sebagai contoh, jika dalam ruangan lux visual yang terbaca adalah 300 lux dengan sumber cahaya LED 2700 K, maka ruangan tersebut memiliki 135 EML. Dengan lux yang sama, jika sumber cahaya berasal dari cahaya matahari, maka ruangan tersebut akan menghasilkan 330 EML [26]. Komponen pada strandar ini tidak terdapat pada SNI dan dijadikan data pendukung untuk Tugas Akhir ini.

### 2.2.5 Pencahayaan Dinamis

Pencahayaan dinamis merupakan sistem pencahayaan untuk meningkatkan produktivitas mengikuti ritme penyinaran matahari secara alamiah. Sistem ini berfungsi untuk memengaruhi jam biologis manusia agar dapat memberikan kesejahteraan. Salah satunya adalah dengan mengubah *Correlated Color Temperature* (CCT) dan intensitas cahaya secara otomatis sepanjang hari. Hal ini dapat menciptakan keseimbangan yang bervariasi antara pencahayaan dingin dan hangat. Pada dasarnya, bekerja sama dalam tim

mempunyai fokus dan komunikasi yang baik antara anggota. Pencahayaan dinamis ini dapat membuat pegawai termotivasi dan lebih fokus dengan apa yang dikerjakan saat itu [27].

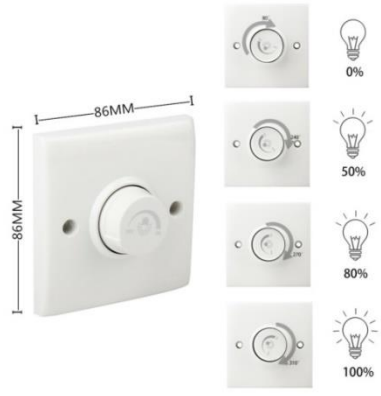
Selain itu, pencahayaan dinamis juga dapat memengaruhi pencahayaan dengan sistem peredupan dengan cara menurunkan fluks cahaya yang dikeluarkan oleh lampu. Pencahayaan dinamis ini membantu mengoptimalkan pencahayaan yang menyebabkan ketegangan mata ataupun masalah kesehatan lainnya di ruang kantor [28].

### 2.2.6 Sistem Peredupan

Peredupan atau dimming merupakan proses untuk mengurangi output dari cahaya lampu yang biasa dikenal dengan fluks cahaya yang diukur dalam satuan lumen. Sistem kontrol yang dapat digunakan adalah *Digital Addressable Lighting Interface (DALI)*, *Digital Multiplex (DMX)*, *Wireless control* dan lain sebagainya [29]. DMX sendiri merupakan protokol komunikasi searah yang menawarkan kontrol penuh atas kebutuhan pencahayaan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Awalnya DMX hanya digunakan untuk peredupan, namun sekarang DMX sudah bisa digunakan untuk semua jenis efek pencahayaan [30].

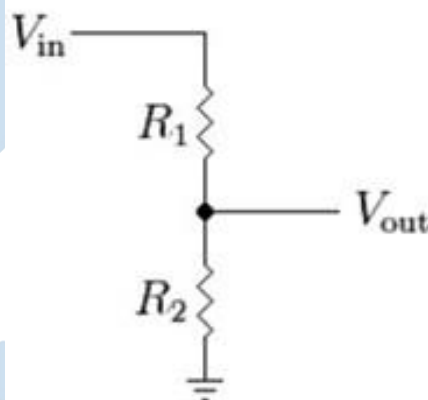


**Gambar 2.8. Komponen *Dimmer* [30].**



**Gambar 2.9. Dimmer Lampu [31].**

Secara umum, peredupan dalam sebuah sistem pencahayaan dinamis akan menggunakan sebuah dimmer. Dimmer sendiri merupakan komponen elektronika yang mampu menurunkan daya pada sebuah lampu yang menyebabkan sebuah lampu meredup. Komponen ini berfungsi untuk meredupkan lampu, mengurangi arus lonjakan, mengatur pemanasan dan sepeda listrik. Gambar 2.9 merupakan salah satu contoh dimmer lampu yang sering digunakan dalam sistem peredupan [31]. Namun, dimmer lampu ini masih bersifat manual dimana pengguna harus memutar alat tersebut agar dapat menaikkan atau meredupkan lampu. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini, penulis akan merancang sebuah sistem pencahayaan dinamis dengan sistem peredupan yang dilakukan secara otomatis.

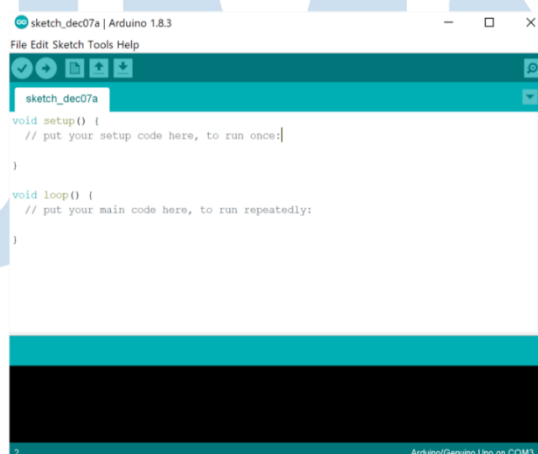


**Gambar 2.10. Pembagi Tegangan**

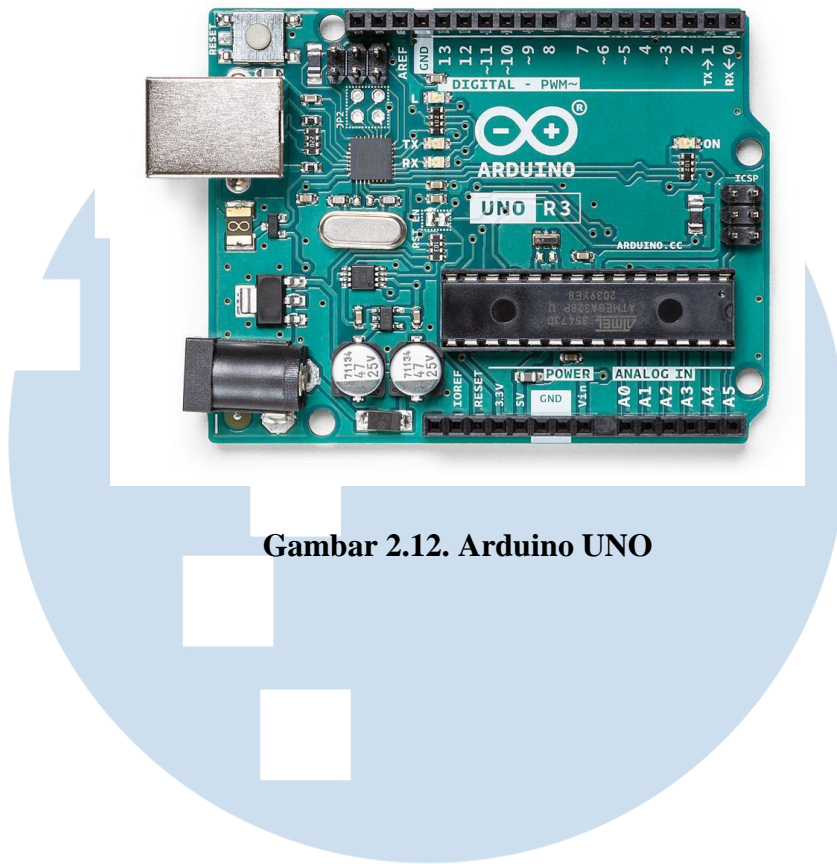
Cara kerja dari *dimmer* ini relative sama seperti cara kerja pembagi tegangan dimana secara total tegangan akan tetap sama, karena tegangan jala-jala PLN bernilai sama yaitu 220 VAC. Namun disetiap hambatan, terdapat arus yang dapat diatur sehingga tegangannya akan mengikuti perubahan arus dan hambatan yang dimiliki. Pengaturan arus dilakukan dengan cara memutar tuas/knob/trim, sehingga daya yang dikonsumsi akan bervariasi. Secara khusus pada *dimmer* yang terdapat pada persediaan pasaran, komponen *dimmer* dilengkapi dengan komponen TRIAC dan DIAC untuk mengatur arus keluaran dari tegangan 220 VAC sehingga penggunaan daya dapat divariasikan secara aman.

### 2.2.7 Teknologi Perancangan Sistem

Berkembangnya teknologi di era industri 4.0 ini memberikan keuntungan dan kemudahan dalam proses pembuatan rancang bangun. Sistem pencahayaan dinamis ini dapat dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dalam proses perancangan. Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk menuliskan coding dan catatan dalam pembentukan sebuah sistem yang dilengkapi dengan berbagai macam toolbar dengan fungsi tertentu [32].



**Gambar 2.11. Tampilan Awal Perangkat Lunak Arduino IDE**



**Gambar 2.12. Arduino UNO**

UMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA