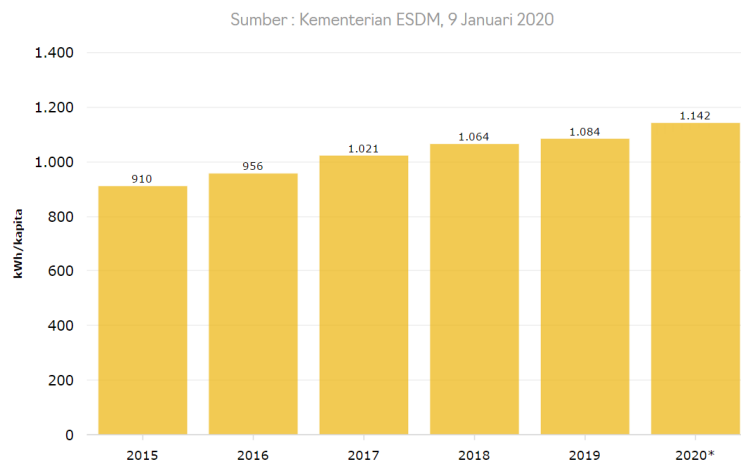


I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu persoalan penting di dunia yang sering menjadi topik pembicaraan. Ketergantungan terhadap sumber daya alam (SDA) yang tidak dapat diperbaharui, seperti minyak bumi dan batu bara yang kian menipis membuat krisis energi listrik menjadi masalah yang serius. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pemakaian listrik untuk tingkat nasional telah terjadi peningkatan sejak tahun 2015 sampai dengan tahun 2020.



Gambar 1. Grafik Pemakaian Listrik Nasional

Sumber : www.esdm.go.id

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan energi listrik mengalami peningkatan setiap tahunnya. Konsumsi listrik nasional pada tahun 2015 adalah 910 kilowatt jam (kWh) per kapita. Kemudian mengalami kenaikan bertahap setiap tahun sampai menjadi 1.084 kWh per kapita pada tahun 2019. Peningkatan ini sejalan dengan rasio elektrifikasi yang juga menunjukkan kenaikan, yaitu dari 84,35% pada tahun 2015 hingga menjadi 98,89% pada tahun 2019. (Kementerian ESDM, 2020).

Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut, yaitu mulai banyak dikembangkan pembangkit listrik dari sumber energi terbarukan yang selalu tersedia dari alam dan juga lebih ramah lingkungan, seperti energi matahari, angin, air, dan sejenisnya. Hal ini jelas sangat membantu dari segi produksi energi listrik. Tapi dengan jumlah konsumen yang kian bertambah, jelas dibutuhkan sumber energi dan pembangkit listrik yang banyak pula untuk memenuhi desakan kebutuhan listrik tersebut. Untuk itu juga perlu dipikirkan

bagaimana cara menghemat pemakaian energi listrik pada sektor yang lain, dan bukan hanya berpatok pada penambahan kuantitas produksi energi listrik saja.

Sumber penerangan pada malam hari atau saat kondisi gelap yang biasa disebut lampu adalah salah satu alat listrik yang banyak digunakan di kehidupan sehari-hari. Hampir semua tempat menggunakan lampu sebagai sumber penerangan, salah satunya adalah sektor penerangan jalan umum (PJU) yang dikelola oleh Pemerintah Daerah (Pemda).

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia (Permenhub RI) Nomor PM 27 Tahun 2018 Tentang Alat Penerangan Jalan, dikatakan alat penerangan jalan adalah lampu penerangan jalan yang berfungsi untuk memberi penerangan pada ruang lalu lintas terkhususnya di waktu malam hari.

Penulis mendapati bahwa pemakaian energi listrik pada sektor PJU masih sering terjadi pemborosan. Seperti pada gambar 2 (a) dan (b) di bawah ini, yang penulis dokumentasikan sendiri di jalanan Kabupaten Sarolangun dan Kabupaten Merangin Provinsi Jambi. Dapat dilihat bahwa lampu penerangan jalan masih menyala meskipun kondisi pencahayaan lingkungan sudah mulai terang (pagi / siang hari). Keadaan ini jelas merupakan suatu bentuk pemborosan energi listrik dan juga dapat mempercepat usia pemakaian lampu itu sendiri. Apabila terus dibiarkan terjadi dalam jangka waktu yang panjang, hal ini akan memberikan dampak buruk yang sangat merugikan terutama pada sektor produksi energi listrik dan pendistribusian terhadap konsumen.



Gambar 2. Lampu PJU yang Menyala hingga Siang Hari

Lokasi : (a) Kab. Sarolangun dan (b) Kab. Merangin, Prov. Jambi

Penghematan konsumsi energi listrik PJU juga dapat dilakukan pada malam hari ketika lampu sedang menyala, yaitu dengan cara mengurangi intensitas cahaya lampu jalan, jika tidak ada kendaraan yang melewatinya dalam waktu yang cukup lama. Namun intensitas cahaya lampu jalan yang telah

berkurang tersebut harus masih cukup untuk menerangi rute para pejalan kaki di trotoar jalan.

Berdasarkan SNI 7391-2008 disebutkan bahwa kuat pencahayaan rata-rata (E) untuk Trotoar bernilai antara 1-4 lux dengan luminasi rata-rata (L) yaitu 0,10 cd/m². Nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan kuat pencahayaan dan luminasi yang dibutuhkan untuk menerangi permukaan jalan, yaitu pada jalan Lokal (2-5 lux dengan luminasi 0,50 cd/m²), jalan Kolektor (3-7 lux dengan luminasi 1,00 cd/m²) dan Jalan Arteri (11-20 lux dengan luminasi 1,5 cd/m²).

Tabel 1. Kualitas Pencahayaan Jalan

Jenis/ klasifikasi jalan	Kuat pencahayaan (Illuminasi)		Luminansi			Batasan silau	
	E rata- rata (lux)	Kemerataan (Uniformity)	L rata-rata (cd/m ²)	Kemerataan (uniformity)		G	TJ (%)
		g1		VD	VI		
Trotoar	1 - 4	0,10	0,10	0,40	0,50	4	20
Jalan lokal : - Primer - Sekunder	2 - 5 2 - 5	0,10 0,10	0,50 0,50	0,40 0,40	0,50 0,50	4 4	20 20
Jalan kolektor : - Primer - Sekunder	3 - 7 3 - 7	0,14 0,14	1,00 1,00	0,40 0,40	0,50 0,50	4 - 5 4 - 5	20 20
Jalan arteri : - Primer - Sekunder	11 - 20 11 - 20	0,14 - 0,20 0,14 - 0,20	1,50 1,50	0,40 0,40	0,50 - 0,70 0,50 - 0,70	5 - 6 5 - 6	10 - 20 10 - 20
Jalan arteri dengan akses kontrol, jalan bebas hambatan	15 - 20	0,14 - 0,20	1,50	0,40	0,50 - 0,70	5 - 6	10 - 20
Jalan layang, simpang susun, terowongan	20 - 25	0,20	2,00	0,40	0,70	6	10

Keterangan :
 $g1 = E_{\min}/E_{\max}$
 $VD = L_{\min}/L_{\max}$
 $VI = L_{\min}/L_{\text{rata-rata}}$
 $G = \text{Silau (glare)}$
 $TJ = \text{Batas ambang kesilauan}$

Sebuah modifikasi sederhana pada sistem penerangan jalan umum konvensional dapat menjadi suatu solusi untuk mengatasi masalah penggunaan energi listrik yang kerap kali tidak efisien tersebut.

Perancangan sistem *prototype* ini terdiri dari perangkat elektronik beserta sensor-sensor yang terhubung secara sistematis dan terorganisir satu sama lain. Sensor utama yang digunakan untuk mengimplementasikan perancangan sistem tugas besar ini adalah LDR (*Light Dependent Resistor*) dan IR (*Infrared*). Ada dua

kondisi utama pada lingkungan yang dideteksi oleh sensor LDR, yaitu kondisi terang (pagi / siang hari), dan kondisi gelap (malam hari).

Ketika intensitas cahaya lingkungan cukup besar (pagi / siang hari), lampu penerangan jalan yang dimodelkan oleh lampu LED (*Light-Emitting Diode*) tidak menyala. Meskipun pada jam siang namun dalam kondisi gelap (mendung / hujan), lampu PJU tersebut tidak akan menyala, akibat parameter waktu dari sensor RTC (*Real Time Clock*) belum memberikan akses agar sensor LDR mengambil alih sistem penerangan jalan. Sebaliknya, ketika intensitas cahaya lingkungan mulai menurun dari pukul 17.30 mencapai batas bacaan tertentu pada sensor LDR, lampu penerangan jalan mulai memancarkan cahaya yang cukup untuk menerangi pengguna trotoar jalan (antara 25-50% *duty cycle* dari total pulsa PWM lampu jalan). Hal ini ditujukan agar lampu penerangan jalan dapat selalu menyinari pengguna trotoar jalan sebagai konfigurasi dasarnya, karena membutuhkan tingkat pencahayaan yang rendah sehingga arus listrik yang dibutuhkan pun lebih kecil, sampai pada saat ada kendaraan yang melewatinya.

Setelah peran LDR aktif dan mengambil alih sistem, selanjutnya sensor IR yang sejajar dengan photodiode memancarkan sinyal dengan panjang gelombang tertentu melalui *transmitter* IR yang nantinya akan ditangkap oleh *receiver* photodiode melalui pantulan dari objek / kendaraan yang terdeteksi melewatinya. Saat mendeteksi ada kendaraan yang lewat, sensor IR yang ditempatkan sebelum lampu jalan tersebut mengirimkan input data, dan perintah ke mikrokontroler untuk menaikkan intensitas cahaya lampu jalan yang akan dilaluinya menjadi 100% *duty cycle*, agar dapat menerangi pandangan di depan serta laju kendaraan tersebut. Sampai pada rentang waktu tertentu untuk lampu penerangan jalan kembali redup lagi, jika tidak ada kendaraan lain yang terdeteksi akan melintasinya.

Semua proses dari sensor-sensor tersebut akan diterminasi oleh RTC pada pukul 06.30 pagi, meskipun sistem penerangan jalan belum / telah padam terlebih dahulu akibat dari bacaan sensor LDR yang mendeteksi kondisi pencahayaan lingkungan yang sudah mulai terang. Dan seluruh lampu penerangan jalan pun secara otomatis kembali padam.

Dengan adanya sistem penerangan jalan yang dapat mengatur intensitas pencahayaan serta dapat menyala dan padam secara otomatis tersebut, maka diharapkan dengan cara ini sektor penerangan jalan umum dapat lebih hemat dalam penggunaan energi listrik. Karena lampu jalan akan menyala seperlunya saja sesuai dengan kondisi pencahayaan lingkungan dan kebutuhan jenis pengguna jalan.

Sebagai acuan, penulis memperhatikan penelitian orang lain yang relevan dengan penelitian penulis. Penelitian yang dilakukan oleh Nanda Epriliana, 2017 dengan judul “Proyek Sensor dan Transduser Lampu Jalan Otomatis” menerangkan bahwa penerangan dapat menyala dan mati secara otomatis. Ketika keadaan gelap karena malam maka lampu akan secara otomatis menyala hanya jika terdeteksi ada kendaraan atau seseorang yang melewati jalan tersebut jika tidak ada gerakan dari benda bergerak atau manusia maka lampu ini akan tetap mati. Menurut Sudirman H. Sihombing dkk, tahun 2010 dengan judul penelitian “Lampu Penerangan Pintar Hemat Energi” variabel yang diamati adalah lampu yang dapat menyala dan mati secara otomatis menyesuaikan dengan keadaan ruangan. Lampu dapat menyala setengah ketika ruangan berada pada kondisi yang setengah gelap. Lampu juga dapat mendeteksi keberadaan manusia, sehingga lampu dapat mati ketika tidak ada manusia dan menyala ketika ada manusia di sekitarnya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang sistem penerangan jalan yang dapat menyala secara otomatis pada kondisi gelap dan padam saat kondisi terang?
2. Bagaimana cara merancang sistem penerangan jalan yang dapat mendeteksi kendaraan yang akan melewatinya?
3. Bagaimana cara merancang sistem penerangan jalan yang dapat mengatur intensitas cahaya lampu jalan sesuai dengan kebutuhan jenis pengguna jalan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah :

1. Membuat sistem penerangan jalan yang dapat menyala secara otomatis pada kondisi gelap dan padam saat kondisi terang.
2. Membuat sistem penerangan jalan yang dapat mendeteksi kendaraan yang akan melewatinya.
3. Mengatur intensitas cahaya penerangan jalan sesuai dengan kebutuhan jenis penggunaannya secara otomatis.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian dibatasi pada :

1. Implementasi penelitian ini adalah membuat perancangan *prototype* tentang alat penerangan jalan umum pintar berbasis mikrokontroler Arduino.
2. Rancangan penerangan jalan umum pintar ini dibuat dalam bentuk miniatur, sehingga baik dari segi ukuran fisik maupun daya listrik yang digunakan akan jauh lebih kecil daripada lampu jalan pada umumnya.
3. Pengukuran nilai arus dan tegangan hanya dilakukan pada bagian keluaran transistor (*emitter*).
4. Sistem penerangan jalan hanya diterapkan pada jalur satu arah.
5. Nilai kuat pencahayaan antara SNI 7391-2008 dengan hasil implementasi tidak disamakan ataupun diperbandingkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Penggunaan energi listrik pada sektor penerangan jalan umum diharapkan akan menjadi lebih hemat dan efisien, karena lampu jalan akan menyala dan padam pada waktu yang diperlukan, serta menghasilkan intensitas cahaya sesuai dengan yang telah ditetapkan untuk kebutuhan jenis pengguna jalan.
2. Pandangan pengguna jalan diharapkan akan menjadi lebih baik karena pencahayaan lampu jalan yang tidak terlalu terang ataupun terlalu redup.
3. Berkurangnya keluhan terhadap kekurangan pasokan energi listrik untuk kebutuhan rumahan, perkantoran, industri, dsb, karena sektor penerangan jalan umum telah melakukan penghematan energi listrik.