

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN KINERJA PEREDUP CAHAYA LED MODEL TABUNG JENIS T8 UNTUK VISION SENSOR DALAM SISTEM OTOMASI INDUSTRI

Andre Widura¹⁾

Waluyo²⁾

Nandang Taryana³⁾

Nasrun Hariyanto⁴⁾

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional^{1,2,3,4)}

Jl. P.H.H. Mustofa No 23 Bandung

Telepon (022) 7272215 ekst 132

E-mail : andre.widura@itenas.ac.id¹⁾, waluyo@itenas.ac.id²⁾, yanztar17@gmail.com³⁾,

nasrun@itenas.ac.id⁴⁾

Abstrak

Dalam revolusi industri keempat, sistem otomasi masih menjadi komponen penting dalam mengoptimalkan kinerjanya. Dalam sistem otomasi, vision sensor diperlukan untuk mengenali bentuk, ukuran dan atau warna objek. Supaya dapat berfungsi dengan baik, vision sensor perlu dilengkapi sistem pencahayaan yang dapat diatur secara otomatis sesuai dengan kebutuhan sistem. Salah satu sistem pencahayaan standar yang banyak digunakan dalam industri adalah lampu tabung model T8 yang saat ini sudah mengadopsi teknologi LED. Sayangnya sistem pencahayaan LED model tabung jenis T8 yang dapat diredupkan (dimmable) dan sistem peredupnya (dimmer) agak sulit didapatkan dan dengan biaya yang relatif tinggi. Dalam penelitian ini dirancang, dibuat dan diuji sistem peredup cahaya LED maupun lampu pijar. Sistem peredup tersebut menggunakan pembangkit sinyal kotak yang siklus kerjanya dapat dikendalikan oleh tegangan listrik, kemudian gelombang kotak tersebut digunakan untuk mengendalikan saklar elektronik yang menghubungkan sumber listrik jala-jala 220VAC dengan LED model tabung jenis T8 18W. Berdasarkan pengujian kecerahan cahaya LED terhadap siklus kerja saklar sistem peredup tersebut, didapatkan karakteristik kecerahan cahaya LED naik landai hampir proporsional dari 0 ke sekitar 230 Lux saat siklus kerja saklarnya naik dari 0 ke sekitar 0.47, kemudian kecerahan cahaya LED naik terjal hampir proporsional dari sekitar 230 Lux ke sekitar 3650 Lux saat siklus kerja saklarnya naik dari sekitar 0.47 ke sekitar 0.83, kecerahan cahaya LED turun curam dari sekitar 3650 Lux ke sekitar 1 Lux saat siklus kerja saklarnya naik dari sekitar 0.83 ke 0.99. Kesimpulannya adalah bahwa sistem peredup dalam penelitian ini dapat digunakan pada rasio siklus kerja sinyal kotaknya antara 0 sampai sekitar 0.8 untuk mengatur kecerahan cahaya lampu LED.

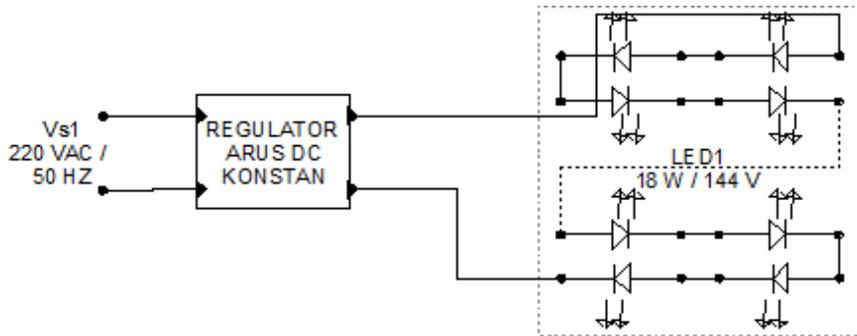
Kata Kunci: peredup cahaya LED, LED T8, vision sensor, otomasi industri.

Pendahuluan

Dalam revolusi industri keempat, sistem otomasi masih menjadi komponen penting dalam mengoptimalkan kinerja sistem industri tersebut [3]. Dalam sistem otomasi vision sensor diperlukan untuk mengenali bentuk, ukuran dan atau warna objek. Supaya dapat berfungsi dengan baik, vision sensor perlu dilengkapi sistem pencahayaan yang dapat diatur secara otomatis sesuai dengan kebutuhan sistem [2]. Salah satu sistem pencahayaan standar yang banyak digunakan dalam industri adalah lampu tabung model T8 yang saat ini sudah mengadopsi teknologi LED yang lebih hemat energi dengan *color rendering index* (CRI) yang semakin baik. Sayangnya sistem pencahayaan LED model tabung jenis T8 yang dapat diredupkan (*dimmable*) dan sistem peredupnya (*dimmer*) agak sulit didapatkan dan dengan biaya yang relatif tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sistem peredup cahaya LED maupun lampu pijar yang mudah digunakan di lapangan dengan harga yang relatif terjangkau. Pada penelitian terdahulu, Hui Qin Wang dan Shi Lei Bai dalam artikel prosiding seminar MATEC Web of Conferences tahun 2016 dengan judul *Development of Wireless Dimming Control System for LED Stage Light* menyatakan menggunakan metode PWM untuk memanipulasi keluaran regulator arus sehingga nyala lampu LED dapat diatur [1]. Metode PWM yang sama juga akan digunakan untuk memanipulasi keluaran sistem peredup lampu yang digunakan dalam penelitian ini.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengamati rancangan lampu LED model tabung jenis T8 yang banyak beredar di pasaran. Sebagai perwakilan lampu LED model tabung jenis T8 18 Watt *non-dimmable* merek Inlite (LED ND) dipilih untuk digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan spesifikasi yang tertera pada kemasannya LED ND dapat menghasilkan cahaya yang stabil jika dipasok tegangan listrik bolak-balik (AC) sebesar antara 150 sampai 250 Volt. Berikut ini adalah diagram blok dan skematik rangkaian lampu LED ND berdasarkan pengamatan hasil bongkaran produk tersebut.

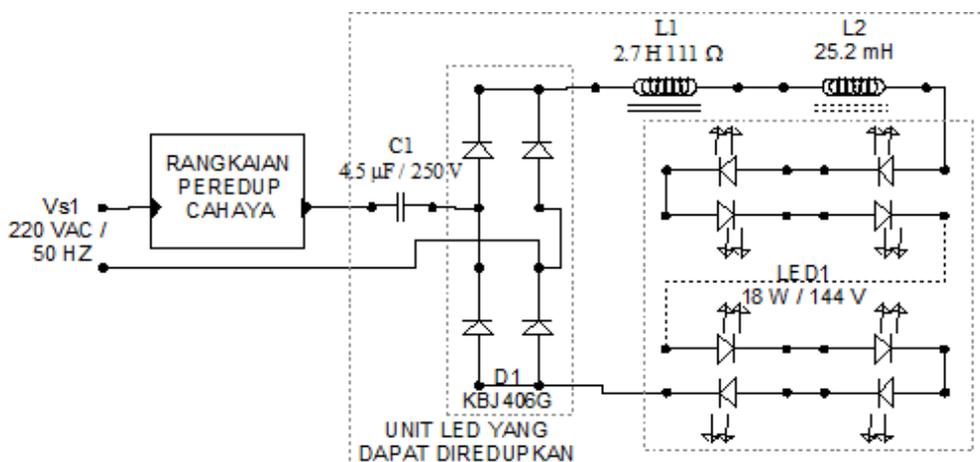


Gambar 1. Diagram Blok dan Skematik Rangkaian Lampu Led Nd Sebelum Dimodifikasi

Gambar 1 memperlihatkan keberadaan modul regulator arus searah (DC) konstan yang memasok arus listrik ke modul LED 18 Watt di dalam tabung lampu tersebut. Sehingga perubahan tegangan catu daya dalam jangkauan spesifikasi tidak akan mempengaruhi pasokan arus tersebut yang berimbas pada stabilnya cahaya dari LED tersebut.

Lampu LED ND tidak dapat digunakan dalam sistem pencahayaan yang dapat diredupkan menggunakan sistem peredup konvensional. Kebanyakan sistem peredup lampu memanipulasi siklus kerja tegangan catu daya AC untuk merubah besaran tegangan efektifnya untuk meredupkan cahaya lampu. Berdasarkan hasil pengujian awal dalam penelitian ini, lampu LED ND menyala stabil pada pengaturan siklus kerja peredup relatif tinggi, lalu mati seketika ketika pengaturan siklus kerja peredupnya diturunkan perlahan. Hal ini disebabkan oleh reaksi dari modul regulator arus DC yang mematikan sistemnya ketika mendapatkan catu daya yang kurang.

Supaya lampu LED ND dapat digunakan dalam sistem pencahayaan yang dapat diredupkan, perlu dilakukan modifikasi. Berikut ini adalah diagram blok dan skematik rangkaian lampu LED ND hasil modifikasi (LED D).

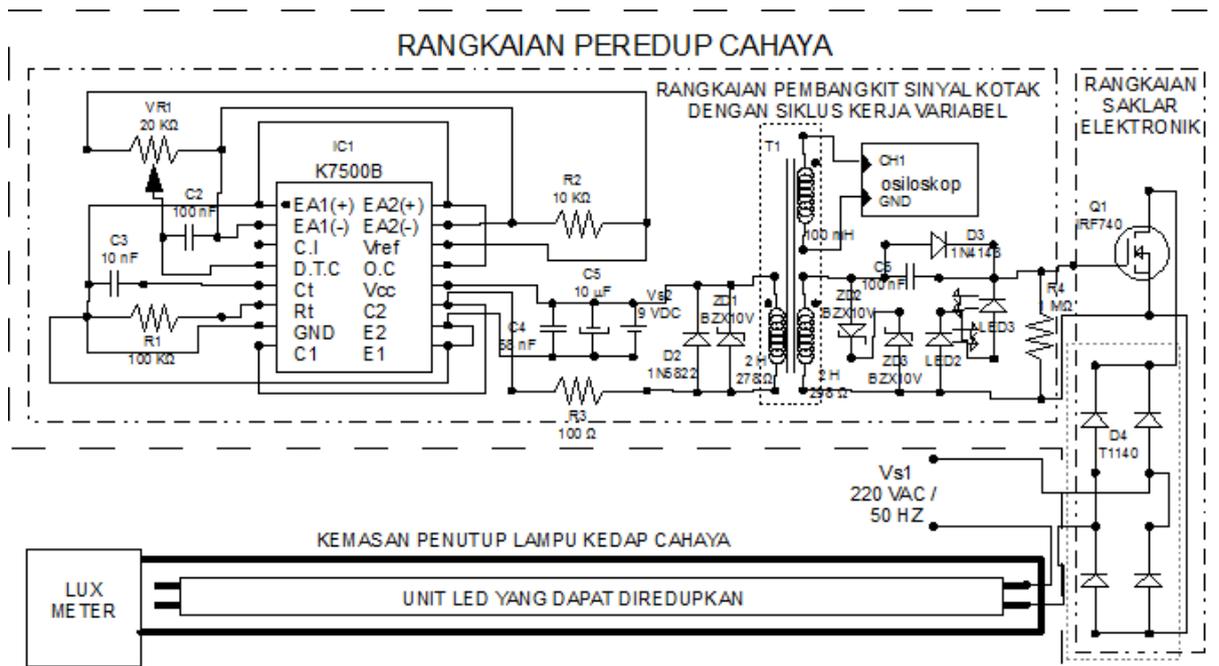


Gambar 2. Diagram Blok dan Skematik Rangkaian Lampu Led D Hasil Modifikasi

Gambar 2 memperlihatkan rangkaian yang terdiri dari komponen elektronik kapasitor C1, modul dioda D1, induktor L1 dan L2, yang menggantikan tempat modul regulator arus DC pada rancangan aslinya. Kapasitor C1 berfungsi membatasi arus AC yang masuk menuju modul LED1. Modul dioda D1 berfungsi menyearahkan arus AC menjadi arus DC. Induktor L1 dengan inti berbahan besi silikon berfungsi menyaring gejolak frekuensi rendah dari arus DC yang akan masuk ke modul LED1, sedangkan induktor L2 dengan inti berbahan ferit berfungsi menyaring gejolak frekuensi tinggi dari arus DC tersebut.

Pengujian hasil modifikasi lampu LED D pada sistem pencahayaan yang dapat diredupkan menggunakan sistem peredup konvensional menunjukkan bahwa lampu LED D cahayanya meredup sedikit dipengaruhi siklus kerja peredup pada pengaturan siklus kerja peredup relatif tinggi, lalu mati seketika ketika pengaturan siklus kerja peredupnya diturunkan perlahan. Hal ini disebabkan oleh sistem peredup konvensional 2 kutub yang digunakan pada pengujian ini menggunakan komponen utama thyristor atau TRIAC yang catudayanya tergantung dari arus yang melalui beban. Pada beban resistif yang relatif besar peredup jenis ini akan berfungsi dengan baik. Tetapi pada beban dengan karakteristik dioda berdaya rendah seperti LED D, saat siklus kerja peredupnya rendah, arus bebannya menurun, diikuti kenaikan impedansi beban, arus bebannya akan turun dengan cepat, sistem peredupnya akan berhenti bekerja seketika.

Pengujian berikutnya dilakukan menggunakan sistem peredup dengan 2 kutub yang kinerjanya tidak dipengaruhi beban. Sistem peredup tersebut menggunakan pembangkit sinyal kotak berfrekuensi 1300 Hz yang siklus kerjanya dapat dikendalikan oleh tegangan listrik masukan 0 sampai 5 Volt, kemudian gelombang kotak tersebut digunakan untuk mengendalikan saklar elektronik yang menghubungkan sumber listrik jala-jala 220 VAC dengan LED D. Berikut ini adalah diagram blok dan skematik rangkaian peredup cahaya lampu LED D yang dimaksud.



Gambar 3. Diagram Blok dan Skematik Rangkaian Peredup Cahaya Lampu Led Model Tabung Jenis T8 18 W Saat Pengujian Karakteristik

Pada Gambar 3, pembangkit gelombang kotak dibangun menggunakan komponen utama rangkaian terintegrasi (IC1) pembangkit sinyal PWM K7500B, frekuensi sinyal PWMnya ditentukan oleh nilai komponen hambatan R1 dan kapasitor C3, sedangkan siklus kerjanya ditentukan oleh tegangan dari potensio VR1. Kapasitor C2 digunakan untuk menstabilkan operasi saat sistem mulai aktif. Resistor R2 digunakan untuk memberikan tegangan acuan 5 Volt

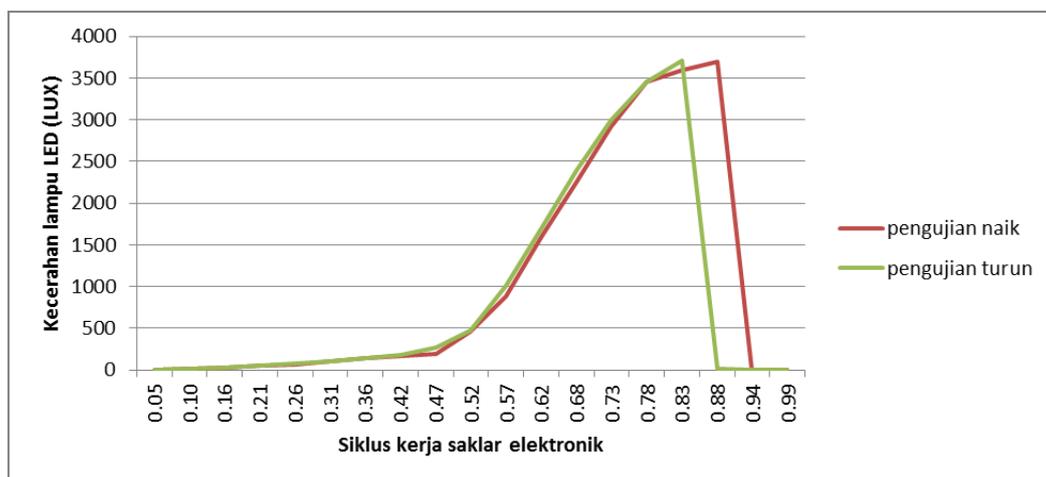
ke masukan membalik penguat operasi internal IC1 untuk mematikan penguat tersebut. Catu daya IC1 dipasok oleh tegangan DC 9 Volt dari baterai. Kapasitor C4 dan C5 digunakan untuk mengurangi lonjakan tegangan catu daya akibat variasi beban sistem. Resistor R3 digunakan untuk membatasi arus keluaran pembangkit sinyal kotak. Diode D2 digunakan untuk mengalirkan arus yang disimpan oleh lilitan primer trafo T1 saat siklus kerja keluaran sistem tersebut mati. Diode ZD1 digunakan untuk membatasi tegangan masukan lilitan primer trafo T1 tidak lebih dari 10 Volt. Trafo T1 digunakan untuk menyalurkan sinyal kotak ke kaki gerbang transistor MOSFET Q1 sekaligus menghalangi arus antara bagian pembangkit sinyal kotak dengan bagian saklar elektronik. Diode ZD2 dan ZD3 digunakan untuk membatasi tegangan keluaran lilitan sekunder utama trafo T1 tidak lebih dari 10 Volt. Diode D3, LED2, LED3 dan kapasitor C6 digunakan untuk mengatur dan menstabilkan tingkat logika low dan logika high sinyal kotak yang masuk ke kaki gerbang transistor MOSFET Q1 terhadap tegangan ambang konduksi Q1. Resistor R4 digunakan untuk membuang muatan listrik sisa pada C6 saat sistem pembangkit sinyal mati.

Pada bagian saklar elektronik dalam gambar 3, modul dioda D4 digunakan untuk menyalurkan tegangan AC dari jala-jala menjadi tegangan DC untuk menyalakan unit LED yang dapat direduplikasi (LED D), sedangkan transistor Q1 berguna untuk menyambungkan dan memutuskan arus dari modul dioda D4 ke LED D sesuai dengan sinyal kotak yang diterimanya pada kaki gerbangnya. Semakin tinggi rasio siklus kerja sinyal kotak tersebut, semakin besar arus efektif yang mengalir melewati LED D, semakin cerah cahaya yang dihasilkan LED D.

Metode pengujian karakteristik kecerahan cahaya LED D terhadap siklus kerja saklar sistem peredupnya dilakukan dengan mengamati siklus kerja sinyal kotak dari rangkaian peredup cahaya tersebut menggunakan osiloskop merek GW model GOS-653G yang terhubung dengan lilitan sekunder trafo T1 pada gambar 3 dan mengukur kecerahan cahaya LED D menggunakan luxmeter merek VICTOR model 1010A yang ditempelkan pada lubang bukaan kemasan penutup lampu LED D kedap cahaya, sambil mengubah nilai rasio siklus kerja sinyal kotak tersebut dengan mengubah posisi kontak potensiometer VR1 pada gambar 3. Pengujian dilakukan dengan mengatur siklus kerja sinyal kotak tersebut pada posisi minimum, kemudian rasio siklus kerjanya dinaikkan perlahan sampai posisi maksimum, kemudian diturunkan perlahan sampai posisi minimum kembali.

Hasil dan Analisis

Dari proses pengujian, didapatkan data siklus kerja sinyal kotak sistem peredup cahaya berikut kecerahan cahaya lampu LED D yang ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Karakteristik Kecerahan Cahaya Led D Terhadap Siklus Kerja Saklar Sistem Peredup

Berdasarkan grafik hasil pengujian karakteristik kecerahan cahaya LED D terhadap siklus kerja saklar sistem peredup tersebut pada gambar 4, kecerahan cahaya LED D naik landai hampir proporsional dari 0 ke sekitar 230 Lux saat siklus kerja saklarnya naik dari 0 ke sekitar 0.47, kemudian kecerahan cahaya LED D naik terjal hampir proporsional dari sekitar 230 Lux ke sekitar 3650 Lux saat siklus kerja saklarnya naik dari sekitar 0.47 ke sekitar 0.83, kecerahan cahaya LED D turun curam dari sekitar 3650 Lux ke sekitar 1 Lux saat siklus kerja saklarnya naik dari sekitar 0.83 ke 0.99. Terdapat perbedaan berarti karakteristik antara saat pengujian siklus kerja naik dan saat pengujian siklus kerja turun pada siklus kerja sekitar 0.83 sampai 0.99, di mana kecerahan cahaya LED D turun curam ketika siklus kerja sinyal kotaknya naik dari 0.88 ke 0.94, sebaliknya kecerahan cahaya LED D naik terjal ketika siklus kerja sinyal kotaknya turun dari 0.88 ke 0.83. Hasil analisis menunjukkan bahwa secara umum karakteristik kecerahan cahaya LED D terhadap siklus kerja saklar sistem peredup tersebut tidak proporsional.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem peredup dalam penelitian ini dapat digunakan pada rasio siklus kerja sinyal kotaknya antara 0 sampai sekitar 0.8 untuk mengatur kecerahan cahaya lampu LED D.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Kementrian Ristekdikti Republik Indonesia atas penyediaan dana hibah penelitian PTUPT sehingga kegiatan penelitian ini dapat diselenggarakan.

Daftar Pustaka

- [1] Hui Qin Wang, and Shi Lei Bai². 2016. Development of Wireless Dimming Control System for LED Stage Light. *MATEC Web of Conferences*, https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2016/07/mateconf_iceice2016_02023.pdf (24-8-2018).
- [2] Peter, Bhagat. 2016, *Lighting Controllers – The Hidden Power Behind Automating Machine Vision*, <https://www.automation.com/automation-news/article/lighting-controllers-the-hidden-power-behind-automating-machine-vision> (24-8-2018).
- [3] Rick Burke, Adam Mussomeli, Stephen Laaper, Martin Hartigan, and Brenna Sniderman. 2017. *The Smart Factory Responsive, Adaptive, Connected Manufacturing*, <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/smart-factory-connected-manufacturing.html> (24-8-2018).