Prototipe *Light Meter* Fotografi Studio Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 Berbasis Sensor Cahaya dan Warna

Chairul Gunawan*, Fauziah, Nur Hayati

Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Program Studi Informatika, Universitas Nasional, Jakarta, Indonesia

Email: ^{1,*}chairulgunawan98@gmail.com, ²fauziah@civitas.unas.id, ³nurhayati@civitas.unas.id

Email Penulis Korespondensi: chairulgunawan98@gmail.com

Abstrak—Keakuratan menghitung pencahayaan dalam teknik fotografi merupakan kunci untuk dapat menghasilkan foto dengan kualitas baik. Perhitungan cahaya tersebut meliputi tiga elemen (*Triangel Exposure*) yaitu kecepatan rana (*shutter speed / t*), sensitivitas ISO, dan diafragma (*aperture / f*). *Light meter* merupakan alat bantu perhitungan pencahayaan di dalam dunia fotografi untuk menghitung secara akurat cahaya yang jatuh di dalam atau sekitar objek yang akan difoto. *Light meter* memiliki prinsip kerja layaknya *lux meter* yaitu menghitung nilai intensitas cahaya di dalam suatu tempat. Namun, pada *light meter* untuk fotografi terdapat penambahan perhitungan *triangle exposure* di dalamnya. Prototipe *light meter* ini menggunakan alat mikrokontroler ATmega328 pada Arduino Nano V3 dengan bantuan sensor cahaya TSL2561 dan sensor warna RGB TCS34725. Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan nilai *output* menggunakan alat *light meter* yang asli yaitu Sekonik Flashmate L-308X dengan metode pencahayaan pengambilan gambar *continuous light*. Hasil dari pengujian dengan menggunakan alat asli dengan mikrokontroler ATmega328 menghasilkan nilai akurasi diatas 90%.

Kata Kunci : Light Meter; Arduino Nano V3; ATmega328; Fotografi; Lux Meter; TSL2561; TCS34725.

Abstract—Accuracy in calculating exposure in photographic techniques is the key to being able to produce good quality photos. The light calculation includes three elements (*Triangel Exposure*), namely shutter speed (*shutter speed / t*), ISO sensitivity, and diaphragm (*aperture / f*). A *light meter* is a tool for calculating lighting in the world of photography to accurately calculate the light falling in or around the object to be photographed. The *light meter* has a working principle like a *lux meter* calculates the value of light intensity in a place. However, on a *light meter* for photography, there is a calculation of a triangle exposure in it. This *light meter* prototype uses an ATmega328 microcontroller on the Arduino Nano V3 with the help of a TSL2561 light sensor and a TCS34725 RGB color sensor. Tests were carried out by comparing the output value using an original *light meter*, namely Sekonik Flashmate L-308X with the continuous light shooting method. The results of the test using the original tool with the ATmega328 microcontroller produced values above 90%.

Keywords: Light Meter; Arduino Nano V3; ATmega328; Photography; Lux Meter; TSL2561; TCS34725.

1. PENDAHULUAN

Fotografi sudah populer sejak lama baik fotografi analog maupun digital. Terdapat banyak sekali jenis kamera digital berteknologi canggih yang sekarang ini sangat mudah untuk didapatkan seperti kamera DSLR ataupun Kamera Mirrorless. Namun, kecanggihan yang terdapat pada kamera digital tidak memberikan jaminan bahwa foto yang akan dihasilkan kamera tersebut akan menghasilkan gambar yang bagus. Hal tersebut harus diimbangi dengan kemampuan seseorang yang mengoperasikan kamera tersebut harus memahami dasar fotografi berupa perhitungan pencahayaan. Faktor terpenting dalam fotografi adalah pengaturan *exposure* yang maksimal [1]. Eksposur dapat dipahami sebagai kombinasi optimal dari nilai *aperture (f)*, kecepatan rana (*t*) dan sensitivitas (ISO) karenanya pengaturan eksposur yang benar bukanlah tugas yang mudah. Oleh karenanya penggunaan kamera juga harus diimbangi dengan kemampuan seorang fotografer sehingga kualitas penggunaan teknologi yang tertanam pada kamera dapat dimanfaatkan dengan maksimal dan dapat gambar yang dihasilkanpun memiliki kualitas yang juga maksimal. Salah satu upaya penyelesaiannya dengan cara membuat alat bantu fotografi yaitu *light meter* yang mampu menghitung pencahayaan (*exposure*) secara cepat dan akurat dimana alat *light meter* yang asli pada umumnya memiliki harga yang cukup mahal sehingga jarang sekali seorang fotografer pemula dapat memilikinya. Alat bantu *light meter* fotografi adalah alat yang menggunakan sensor cahaya. Sensor cahaya dibutuhkan untuk menangkap nilai intensitas cahaya (*lumens*) yang diolah dari angka *binary* dan dirubah kedalam bentuk satuan *lumens* atau *lux* [2]–[7]. Semakin terang cahaya yang menyinari sensor maka nilai intensitas cahaya (*lumens*) semakin tinggi [3], [8][9]. Sebagai sensor utama untuk menghitung nilai intensitas cahaya (*lumens*) yang kemudian akan diolah menjadi sebuah hasil *output* berupa perhitungan segitiga eksposur (*triangle exposure*) sedangkan sensor warna digunakan untuk kestabilan warna (*white balance*) dengan satuan nilai *kelvin*.

Penggunaan alat *light meter* yang menggunakan sensor cahaya sehingga dibutuhkan metode kalibrasi untuk menghasilkan *output* yang sesuai. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Aditi Sonar dan teman-teman dalam penelitiannya kalibrasi *lux meter* dengan metode perbandingan dengan Arduino [10]. Hasil perbandingan tersebut memiliki nilai keakuratan >95% dengan alat yang asli. Sedangkan pada penelitian tentang penggunaan sensor warna TCS34725 yang sudah pernah dilakukan oleh Neneng Fitrya dan teman-teman [11]. Dalam penelitiannya tentang investigasi makanan berformalin dengan menggunakan sensor warna TCS34725 menghasilkan sensor tersebut memiliki keakuratan yang tinggi hingga 99% dalam mengidentifikasi warna hasil uji lab yang dilakukan.

Pengaruh kedua sensor ini dalam alat *light meter* akan berpengaruh terhadap hasil *output*. Dari hasil penelitian identifikasi yang pernah dilakukan dalam penelitian deteksi penghuni dengan sensor RGB. Sensor warna RGB memberikan informasi tentang reflektansi dari ruang yang diterangi dan mempengaruhi perubahan

pencahayaannya [12]. Sedangkan pada penelitian alat penghemat konsumsi energi dengan modul sensor cahaya LDR yang dilakukan [13], menghasilkan penelitian bahwa sensor cahaya LDR dapat bekerja secara efektif dalam mengatur keterangan cahaya lampu indoor dan outdoor menyesuaikan intensitas cahaya (*lumen*) dari faktor pencahayaannya utama matahari.

Alat *light meter* sendiri memiliki perhitungan berdasarkan nilai intensitas cahaya (*lux*) yang artinya cahaya sebagai objek utama pengolahan komposisi didalam alat *light meter*. Penelitian tentang perhitungan komposisi eksposur yang pernah dilakukan [1], penelitian tersebut membahas tentang algoritma eksposur otomatis (AE) dalam kamera digital. Hasil dari penelitian tersebut algoritma baru mampu mendeteksi nilai *overexposure* lebih akurat sehingga gambar yang dihasilkan dapat lebih seimbang.

Dari penelitian terdahulu maka dilakukanlah pengembangan berupa alat *light meter* dengan menggunakan mikrokontroler. Arduino dengan mikrokontroler ATmega328 dipilih dalam penelitian ini karena penggunaan alatnya yang mudah dan dilengkapi dengan *software open source* [14], tentunya akan mempermudah dalam proses penelitian. *meter*. Pengujian tersebut dilakukan dengan cara menghitung cahaya yang jatuh ke objek foto (*incident light*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada perancangan dan implementasi alat prototipe *light meter* yang dibuat dalam penelitian ini yaitu menggunakan Arduino dengan mikrokontroler ATmega328 dengan kombinasi sensor intensitas cahaya TSL2561 dan sensor warna TCS34725. Dimana, data yang diolah oleh sensor cahaya akan menghasilkan data berupa komposisi eksposur yang terdiri dari sensitifitas (ISO), kecepatan rana (*shutter speed / t*), dan diafragma (*aperture / f*).

2.1 Diagram Alir Penelitian

Perancangan penelitian ini terbagi atas beberapa tahapan seperti diagram yang ditunjukkan pada gambar 1.

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1 fase penelitian dimulai dengan melakukan kajian pustaka berupa analisis penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan. Setelah data kajian terkumpul akan terlihat spesifikasi yang dibutuhkan dalam proyek untuk masuk kedalam proses perancangan sistem. Perancangan sistem terbagi atas dua buah rancangan yaitu rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras merupakan perakitan komponen sesuai dengan kebutuhan didalam proyek hingga perangkat bisa berjalan dengan semestinya. Sedangkan, rancangan perangkat lunak meliputi aplikasi yang digunakan untuk menunjang program kontrol dari proyek tersebut. Setelah seluruh rancangan berjalan rancangan dapat diimplementasikan. Dalam pengujian final perangkat buatan akan melakukan perbandingan hasil dengan perangkat asli. Jika perangkat buatan berhasil mendapatkan akurasi yang direncanakan maka perangkat tersebut dinyatakan berhasil dan siap untuk dilakukan pengambilan data.

2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat

Dalam tahapan analisis kebutuhan sistem bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan apa saja dalam merancang sistem yang akan dibuat.

Tabel 1. Kebutuhan perangkat keras

Perangkat	Spesifikasi
Processor	Intel Core i3-3227U atau lebih tinggi
Ram	8GB atau lebih tinggi
Storage	SSD 250GB atau lebih tinggi
Arduino Nano V3	Mikrokontroler ATmega328
Sensor Cahaya	TSL2561
Sensor Warna	TCS34725
Display OLED	SSD1306 - I2C
Light Meter	Minolta Flashmate L-308X
Kamera	Sony A7iii
Lensa	50mm f/1.8
Lightning	Paralight 125FF, Philips BVP135

Didapatkan kebutuhan sistem perangkat keras (*hardware*) seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 2. Kebutuhan perangkat lunak

Software	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 10
Arduino IDE	Ver. 1.8.13
Fritzing	0.9.3.0

Kebutuhan perangkat lunak (*software*) dalam proses penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2

2.3 Perancangan Disain Sistem

Perancangan disain sangat dibutuhkan untuk memasitkan alat yang akan dipasang dapat berfungsi dengan baik dan dapat tertata sesuai dengan alur pemasangan. Penggunaan aplikasi Fritzing sangat dibutuhkan untuk perancangan perangkat ini.

a. Arduino Nano V3 (ATmega328)

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (*"special purpose computers"*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan parallel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program [15]. Arduino Nano V3 dibekali dengan *microcontroller chip* ATmega328.

Gambar 4. Arduino Nano V3 dengan Chip ATmega328

Pada Gambar 4 adalah perangkat Arduino Nano V3 dengan menggunakan chip ATmega328

b. Sensor Cahaya TSL2561

Sensor cahaya TSL2561 adalah perangkat sensor cahaya generasi kedua yang mengubah nilai intensitas cahaya menjadi sinyal keluaran digital kedalam bentuk antarmuka I2C[16]. Sensor cahaya ini menjadi pusat pengontrol pada sistem *light meter* sebagai penentu nilai keluaran eksposur.

Gambar 5. Modul Sensor Cahaya TSL2561

Pada Gambar 5 adalah perangkat modul sensor cahaya TSL2561

c. Sensor Warna RGB TCS34725

Modul sensor warna GY-33 TCS 34725 merupakan sensor penginderaan warna yang memiliki elemen penginderaan cahaya RGB dan Clear. Sensor ini dilengkapi dengan filter blok IR, on-chip terintegrasi dan dilokalisasi ke foto sensor warna, meminimalkan komponen spektrum IR dari cahaya yang masuk dan memungkinkan pengukuran warna dilakukan secara akurat [17].

Gambar 6. Modul Sensor Warna RGB TCS34725

Sensor ini juga memiliki kisaran dinamis 3.800.000: 1 yang luar biasa dengan waktu dan penguatan integrasi yang disesuaikan sehingga cocok untuk digunakan di belakang kaca yang gelap. Seperti pada Gambar 6.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem dan Blok Diagram

Digaram blok untuk simulasi rancangan rangkaian *light meter* dengan menggunakan TSL2561 dan TCS34725 ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2. Diagram Blok Rancangan Light Meter

Alur respon sensor dimulai dari sensor cahaya TSL2561 bersamaan dengan sensor warna RGB TCS34725. Sensor cahaya TSL2561 akan menerima sinyal masukan berupa intensitas cahaya yang akan diolah menjadi bentuk tegangan eksposur. Sedangkan sensor warna RGB TCS3475 akan menerima sinyal masukan berupa intensitas cahaya yang dikonversi menjadi tiga warna dasar RGB (red, green, blue) yang selanjutnya diolah menjadi bentuk keseimbangan warna (*white balance*). Setiap sinyal yang diterima oleh TSL2561 dan TCS34725 akan diolah didalam mikrokontroler ATmega328 yang tertanam pada Arduino Nano V3 untuk dikalkulasikan setiap datanya. Data yang telah selesai dikalkulasikan selanjutnya akan ditampilkan melalui display dengan modul SSD1306. Seluruh komponen daiaktifkan oleh catu daya 3.3 volt sampai 5 volt.

3.2 Perancangan Sistem Kontrol Arduino

Digaram blok untuk simulasi rancangan rangkaian *light meter* dengan menggunakan TSL2561 dan TCS34725 ditunjukkan pada gambar 3.

Gambar 3. Diagram Sistem Kontrol Arduino

Perancangan sistem kontrol Arduino sangat dibutuhkan untuk mencapai tujuan dari pada sistem yang akan dibangun. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 yaitu diagram sistem kontrol Arduino yang dibangun dalam perancangan prototipe light meter fotografi mikrokontroler ATmega328 berbasis sensor cahaya dan warna. Pada diagram yang tersusun terdapat proses, perintah input yang berupa pilihan menu (*mode*) dan terdapat juga sub-menu didalam setiap menu (*mode*) yang dipilih. Pemilihan menu dan sub-menu berfungsi sebagai kontrol perhitungan nilai pencahayaan terhadap nilai *output* yang ingin dihasilkan.

3.3 Perancangan Rangkaian *Light Meter*

Pada perancangan rangkaian *light meter* dibutuhkan *software* fritzing untuk melakukan simulasi perangkaian.

Gambar 7. Perancangan Rangkaian *Light Meter*

Gambar 7 adalah disain pola rancangan perangkat prototipe light meter menggunakan aplikasi fritzing. Terdapat komponen catu daya dengan menggunakan 9V Battery, Power On/Off, Arduino Nano V3 ATmega328 (tengah), Oled SSD1306 (kiri bawah), Sensor Cahaya TSL2561 (kiri tengah), Sesnor Warna TCS34725 (kiri atas), dan tiga buah *Push Button*. Semua perangkat tersebut dirakit menjadi satu kesatuan agar dapat berfungsi dengan baik

3.4 Metode Perhitungan *Light Meter*

Untuk mengukur kekuatan cahaya yang terdapat pada *light meter* dibutuhkan formula untuk melakukan perhitungannya. Dalam pengukuran cahaya untuk *light meter fotografi* terkait dengan intensitas cahaya (*lux*), sensitifitas (ISO), diafragma (*aperture / f*), kecepatan rana (*shutter speed / t*), dan C (nilai konstanta).

$$t = \frac{(f\text{-stop}^2) * C}{(\text{lux} * \text{ISO})} \quad (1)$$

Dimana: *f-stop* adalah diafragma *aperture relative*

t adalah kecepatan rana dalam detik (*shutter speed*)

lux adalah nilai intensitas cahaya

ISO adalah nilai sensitifitas cahaya

C adalah konstanta kalibrasi cahaya insiden.

Formula pada rumus (1) adalah rumus untuk menghitung nilai kecepatan rana (*shutter speed*) [18]. Dimana dalam mode foto dinamakan sebagai *shutter speed priority* yang artinya cahaya yang jatuh kedalam objek akan dihitung berdasarkan nilai diafragma dan iso telah ditentukan kemudian akan dihitung dengan cahaya konstan (C) dan nilai intensitas cahaya (*lux*) untuk kemudian dapat menghasilkan nilai keluaran berupa kecepatan rana (*shutter speed / t*).

3.5 Implementasi

Dalam implementasi terdapat perakitan perangkat menjadi perangkat *light meter* yang siap digunakan dan berisikan metode dan hasil dari pengujian berupa perbandingan hasil keluaran (*output*) alat *light meter* yang menggunakan mikrokontroler dengan menggunakan alat *light meter* asli.

3.5.1 Perakitan Perangkat *Light Meter*

Perakitan komponen-komponen yang telah dipersiapkan dalam pembuatan *light meter* dilakukan setelah semua program yang dibangun sudah melewati proses verifikasi (*debugging*) dan tidak dapat program bermasalah (*error*).

Gambar 8. *Light Meter* ATMega328 Tanpa *Difuse* (kiri) dengan *Difuse* (kanan)

Seperti yang ditunjukkan pada sisi kiri Gambar 8 adalah bentuk jadi dari *light meter* setelah selesai dirakit dengan susunan sensor cahaya TSL2561 (atas), sensor warna TCS34725 dan terdapat OLED *display* I2c sebagai layar penampilan. Sedangkan pada sisi kanan Gambar 8 adalah hasil final dari *light meter* buatan dengan pemberian bola setengah lingkaran berwarna putih. Bola setengah lingkaran berwarna putih memiliki fungsi sebagai pembias cahaya (*diffuse*) agar cahaya yang sampai ke sensor dapat merata dan tidak terlalu kuat pada satu titik tertentu.

3.5.2 Pengujian Perangkat *Light Meter*

Pengujian alat *light meter* dengan menggunakan mikrokontroler ATMega328 yaitu dengan membandingkan dengan perangkat asli yang menggunakan Sekonic Flashmate L-308X.

Gambar 9. *Light Meter* ATMega328 (kiri), *Light Meter* Sekonic Flashmate L-308X (kanan)

Seperti yang ditampilkan pada Gambar 9 merupakan perangkat *light meter* ATMega328 dengan *light meter* asli Sekonic Flashmate L-308X.

Gambar 10. Tombol fungsi pada *Light Meter* ATMega328

Pada *light meter* buatan menggunakan mikrokontroler ATMega328 ditunjukkan pada gambar 10 memiliki 3 tombol operasi yaitu tombol *continuous* terletak pada bagian paling bawah, tombol (-) terletak di tengah, dan tombol (+) terletak di bagian paling atas. Tombol *continuous* memiliki fungsi untuk menghitung secara berkala

ketika tombol tersebut ditekan secara terus menerus. Tombol (-) dan (+) berfungsi mengurangi atau menambah pengaturan ISO atau *aperture* sesuai yang diinginkan. Sedangkan, jika tombol (-) dan (+) ditekan secara bersamaan berfungsi untuk merubah mode kedalam menu ISO atau menu *aperture*.

Gambar 11. Set Lokasi Pengujian

Adapun penataan set lokasi yang dibutuhkan pada saat proses pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Proses pengambilan gambar menggunakan 2 (dua) *lightning* yang dimana *lightning* 1 tempatkan didepan kanan objek dan *lightning* 2 ditempatkan pada depan kiri objek yang akan di foto. *Lightning* 1 menggunakan Paralight 125FF dengan metode *constant continuous light* dengan power *luminance* sebesar 12.300 Lmn berfungsi sebagai *key light* (pencahayaan utama) yang ditembak langsung kepada objek. Sedangkan *lightning* 2 menggunakan Philips BVP135 dengan metode *constant continuous light* dengan power *luminance* sebesar 4250 Lmn berfungsi sebagai *fill light bouncing* (penyeimbang cahaya) yang dipantulkan keatas agar cahaya yang dihasilkan menjadi lebih lembut.

Gambar 12. Pengujian *Light Meter* Metode *Incident Light*

Metode yang dilakukan yaitu dengan menggunakan pencahayaan *incident light* secara *continuous*. Metode pengujian ini yaitu adalah mengukur nilai intensitas cahaya konstan yang jatuh pada objek yang akan diambil gambarnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 12.

Gambar 13. Proses Konfigurasi *Light Meter* ATMega328 (kiri) dan Sekonic L-308X (kanan)

Sebelum dilakukannya pengujian *light meter* terlebih dahulu melakukan konfigurasi perangkat yaitu dengan memasukkan menu kedalam metode *shutter speed priority* ditunjukkan pada Gambar 13. Didalam mode *shutter speed priority* terdapat nilai eksposur yang harus dimasukan yaitu diafragma (*f/*), dan sensitifitas cahaya (ISO). Adapun konfigurasi yang dilakukan pada saat pengujian seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Komposisi pengujian *light meter*

Pencahayaan	Jenis	Metode	Power	Fungsi
<i>Lightning 1</i>	Paralight 125FF	<i>Continuous Light</i>	12.300 Lmn	<i>Key Light</i>
<i>Lightning 2</i>	Philips BVP135	<i>Continuous Light</i>	4250 Lmn	<i>Fill Light Bouncing</i>
Kamera : Sony A7III + Sony Lens FE 50mm				
<i>Exif Setting</i>				
ISO : 100			<i>Aperture (f) : f/8</i>	

Pada tabel 3 terdapat dua pencahayaan dengan fungsi yang berbeda. *Exif setting* pada tabel adalah sebagai nilai input pengaturan yang terdapat dalam kamera pada saat proses pengujian. Pemilihan nilai *exif* dapat dilakukan secara bervariasi. Namun, dalam percobaan kali ini menggunakan *exif* yang sering digunakan dalam fotografi di dalam ruangan studio.

Tabel 4. Hasil keluaran *light meter*

<i>Result Output Shutter Speed (T)</i>	
Light Meter ATmega328p	1 / 4
Light Meter Sekonic Flashmate L308-X	1 / 4
Perbedaan	0%
Akurasi	100%

Setelah konfigurasi telah dilakukan pada pencahayaan dan melakukan konfigurasi pada alat *light meter* dengan nilai *exif settings* ISO sebesar 100 dan diafragma (*aperture / f*) sebesar f/8 maka akan menghasilkan nilai kecepatan rana seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.

Gambar 14. *Exif Setting* Pada Kamera Pada Lingkaran Berwana Merah

Berdasarkan hasil *output shutter speed* pada Tabel 4 maka dilakukan konfigurasi pada kamera yang digunakan untuk mengambil gambar dengan *exif setting* yaitu ISO (100), *Aperture* (f / 8), dan Kecepatan rana (1/4). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 14.

Gambar 15. Hasil Gambar Sesuai dengan Konfigurasi *Light Meter*

Proses pengambilan gambar dapat dilakukan karena terdapat persamaan hasil *output shutter speed* pada kedua alat pengambilan gambar cukup dilakukan sebanyak satu kali saja. Hasil gambar dapat dilihat pada Gambar 15. Pengujian tahap selanjutnya yaitu melakukan uji coba sebanyak 98x dengan menggunakan konfigurasi pencahayaan yang sama seperti pada Tabel 3. Namun, pada pengujian lanjutan ini menggunakan konfigurasi ISO dan *aperture* yang berbeda. Pengujian tersebut masih dilakukan dengan membandingkan *light meter* ATmega328

dan Sekonic Flashmate L-308X. Hasil pengujian tersebut menghasilkan nilai akurasi 100% sehingga hasil pengujian dirangkum didalam satu tabel seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian keseluruhan

ISO	Aperture (f)														
	f/1.8	f/2.0	f/2.2	f/2.5	f/2.8	f/3.2	f/3.5	f/4.0	f/4.5	f/5.0	f/5.6	f/6.3	f/7.1	f/8.0	
100	1/60	1/60	1/60	1/30	1/30	1/30	1/15	1/15	1/15	1/8	1/8	1/8	1/4	1/4	
200	1/125	1/125	1/125	1/60	1/60	1/60	1/30	1/30	1/30	1/15	1/15	1/15	1/8	1/8	
400	1/250	1/250	1/250	1/125	1/125	1/125	1/60	1/60	1/60	1/30	1/30	1/30	1/15	1/15	
800	1/500	1/500	1/500	1/250	1/250	1/250	1/125	1/125	1/125	1/60	1/60	1/60	1/30	1/30	
1600	1/1000	1/1000	1/1000	1/500	1/500	1/500	1/250	1/250	1/250	1/125	1/125	1/125	1/60	1/60	
3200	1/2000	1/2000	1/2000	1/1000	1/1000	1/1000	1/500	1/500	1/500	1/250	1/250	1/250	1/125	1/125	
6400	1/4000	1/4000	1/4000	1/2000	1/2000	1/2000	1/1000	1/1000	1/1000	1/500	1/500	1/500	1/250	1/250	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Shutter Speed (T)															

Pada tabel 5 merupakan hasil pengujian secara keseluruhan menggunakan alat *light meter* baik asli ataupun dengan menggunakan *light meter* mikrokontroler ATmega328. Hasil *output* pada Tabel 5 merupakan hasil berupa nilai kecepatan rana (*shutter speed*) yang diperoleh dari nilai *input* berupa nilai *aperture* (f) dan ISO. Jika nilai *light meter* menggunakan *aperture* (f) f/1.8 dan ISO sebesar 100 maka akan menghasilkan nilai kecepatan rana (*shutter speed*) 1/60, jika nilai *input aperture* (f) f/1.8 dan ISO sebesar 200 maka akan menghasilkan nilai kecepatan rana (*shutter speed*) 1/125, dan seterusnya.

4. KESIMPULAN

Pada perancangan, implementasi, dan pengujian prototipe *light meter* menggunakan mikrokontroler berbasis sensor cahaya dan warna dapat disimpulkan bahwa prototipe ini dapat menghasilkan nilai *output shutter speed* dengan akurasi diatas 90% seperti alat *light meter* asli. Pemanfaatan sensor cahaya TSL2561 dapat bekerja sesuai dengan perancangan dan dapat bekerja dengan sangat optimal. Proses pengujian yang dilakukan secara berkala sebanyak 98x pengujian dengan komposisi yang berbeda-beda dan menghasilkan nilai *output* yang serupa. Dengan demikian *light meter* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328 dengan sensor cahaya TSL2561 dan sensor warna TCS34725 dapat digunakan sebagai pengganti alat *light meter* asli. Namun, masih terdapat kekurangan pada alat *light meter* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328 kali ini karena hanya dapat menggunakan satu mode saja yaitu *shutter speed priority*. Berbeda dengan alat *light meter* asli yang dapat menggunakan beberapa metode seperti *aperture priority*, *shutter priority*, *flash meter*, dan mode lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Nasional (UNAS) dan para pihak yang telah banyak membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dan artikel ini dapat diterbitkan.

REFERENCES

- [1] J. Bernacki, "Automatic exposure algorithms for digital photography," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 79, no. 19–20, pp. 12751–12776, May 2020, doi: 10.1007/s11042-019-08318-1.
- [2] D. K. Rath, "Arduino Based : Smart Light Control System," *Int. J. Eng. Res. Gen. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 784–790, 2016.
- [3] V. Kanakaris, G. A. Papakostas, and D. V. Bandekas, "Power consumption analysis on an IoT network based on wemos: A case study," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control)*, vol. 17, no. 5, pp. 2505–2511, 2019, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v17i5.11317.
- [4] R. Hrbac, V. Kolar, T. Novak, and M. Bartłomiejczyk, "Prototype of a low-cost luxmeter with wide measuring range designed for railway stations dynamic lighting systems," *Proc. 2014 15th Int. Sci. Conf. Electr. Power Eng. EPE 2014*, no. May, pp. 665–670, 2014, doi: 10.1109/EPE.2014.6839496.

- [5] L. M. Parera, H. K. Tupan, and V. Puturu, "Analisis Pengaruh Intensitas Penerangan Pada Laboratorium Dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro," *J. Simetrik*, vol. 8, no. 1, pp. 60–67, 2018, doi: 10.31959/js.v8i1.72.
- [6] B. Y. Prawira *et al.*, "Efisiensi Pencahayaan Ruang Perkuliahan dengan Logika Fuzzy," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 33–44, 2018, doi: 10.35793/jtek.7.1.2018.19183.
- [7] A. Rahmadiansyah, E. Orlanda, M. Wijaya, H. W. Nugroho, and R. Firmansyah, "Perancangan Sistem Telemetri Untuk Mengukur Intensitas Cahaya Berbasis Sensor Light Dependent Resistor Dan Arduino Uno," *J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, p. 15, 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i1.760.
- [8] V. H. Iyer, "Dental Photography – an Image To Improve the Face of Dental Practice," *An Off. J. IDA*, vol. 6, no. 2, pp. 52–57, 2019.
- [9] A. Jawaaz and R. Yousuf, "Light Dependent Resistor (LDR) Based Low Cost Light Intensity Measurement Circuit Design (LUX Meter)," *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng. (An ISO Certif. Organ.)*, vol. 3297, no. 6, pp. 11449–11455, 2016, doi: 10.15680/IJIRCCE.2016.
- [10] A. Sonar, B. Amre, Y. Advankar, S. Babar, and T. M. Furia, "Calibration of Lux Meter using Comparison Method," vol. 9, no. 3, pp. 720–724, 2021.
- [11] N. Fitrya, "Design Of Formalin Use Investigation System In Food Using Android-Based Tcs34725 Color Sensor," vol. 4, pp. 2–4, 2019.
- [12] T. K. Woodstock and R. F. Karlicek, "RGB Color Sensors for Occupant Detection: An Alternative to PIR Sensors," *IEEE Sens. J.*, vol. 20, no. 20, pp. 12364–12373, 2020, doi: 10.1109/JSEN.2020.3000170.
- [13] P. Adaptive, R. Smart, and S. Incandescent, "Pervasive Adaptive Resourceful Smart Lighting Supporting Incandescent and LED Light Bulbs," pp. 1–20, 2019, doi: 10.3390/s19092032.
- [14] N. K. Azis Bayu, "Rancang Bangun Alat Penyiram Sayuran Hidroponik Menggunakan Arduino Mega 2560," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. Vol 5, No 1 (2021): MIB Januari 2021, pp. 124–128, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i1.2584.
- [15] H. Andrianto, *Arduino ; Belajar Cepat dan Pemrograman*, Cet. I Jan. Bandung, 2016.
- [16] D. Dormann, "IntensityCheck – The light measuring app for microscope performance checks and consistent fluorescence imaging," *PLoS One*, vol. 14, no. 3, pp. 1–19, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0214659.
- [17] D. D. Damayanti, H. G. Ariswati, I. D. G. Wisana, and H. Winarno, "Automatic Dehydration Level Detection Devices," *Indones. J. Electron. Electromed. Eng. Med. informatics*, vol. 2, no. 2, pp. 87–94, 2020, doi: 10.35882/ijeemi.v2i2.5.
- [18] P. Baum, "Using A Photographic Light Meter For Photometric Purposes Using A Photographic Light Meter For Photometric Purposes," no. April, 2017, doi: 10.13140/RG.2.2.28771.76323.