

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang dilakukan oleh *Fernando Perazzini Facchini tahun 2001* dengan judul *Standardizing the Calibration of Phototherapy Device* yang bertujuan untuk mengevaluasi dan menjaga efisiensi alat fototerapi yang biasa digunakan di Brazil. Menggunakan radiometer *Fanem-Mod 620* yang diproduksi di Brasil, yang mana dapat menangkap cahaya pada panjang gelombang 380 sampai 539 nm dengan output puncak pada panjang gelombang 459 nm. Efisiensi penggunaan fototerapi ditentukan oleh radiasi yang dikeluarkan alat fototerapi dan alat yang digunakan untuk mengukur radiasi sinar biru pada fototerapi disebut radiometer dengan satuan jumlah energi per satuan luas pada permukaan tertentu ($\mu\text{W} / \text{cm}^2$). Untuk mengukur iradiasi, peralatan harus dinyalakan dua jam sebelum digunakan sampai suhu tercapai [9].

Pada penelitian yang dilakukan oleh *Andi Chairunnad dan Heri Sugianto Fakultas MIPA Universitas Pasuruan tahun 2013* yang bertujuan untuk membuat robot pendeteksi warna berbasis mikrokontroler. Komponen utama dari robot ini terdiri dari sensor warna TCS3200 yang difungsikan sebagai pendeteksi warna benda, sensor ultrasonic difungsikan sebagai kendali dari robot, motor DC sebagai penggerak robot mikrokontroler sebagai penerjemah sistem kendali pada robot. Dari data didapatkan sebuah sensor warna yang digunakan sebagai pendeteksi warna RGB pada suatu benda. Data yang diambil oleh sensor adalah nilai

frekuensi yang dipantulkan warna benda tersebut. Pada sensor warna yang digunakan pendeteksi warna ini memiliki jarak 2 cm. untuk mendeteksi warna robot ini harus berdekatan atau bersentuhan dengan benda yang akan dideteksi nilai warnanya. Jika jarak sensor jauh dari benda maka nilai yang didapat tidak stabil. Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan robot pendeteksi warna adalah robot dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan yaitu robot dapat mendeteksi warna merah, hijau, kuning dan biru pada sebuah objek secara otomatis. Tetapi pada alat terdapat kelemahan yaitu Sistem Robot Pendeteksi Warna masih perlu dikembangkan khususnya pada system sensor warna agar jarak deteksi sensor ke warna benda lebih jauh dan stabil, pada motor sehingga pergerakan robot lebih stabil dan catu daya agar lebih lama [10].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ayu Ketut Surya Dewi, I made kerdana, dan Ketut Suarta dengan judul “Efektifitas Fototerapi Terhadap Penurunan Kadar Bilirubin Total pada hiperbilirubinemia Neonatal di RSUP Sanglah”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar serum bilirubin total pada bayi hiperbilirubinemia usia lebih dari 35 minggu setelah dilakukan fototerapi selama 24 jam, agar dapat memprediksi lama perawatan fototerapi di rumah sakit. Penelitian melibatkan 44 bayi hiperbilirubinemia usia ≥ 35 minggu, melihat kadar bilirubin sebelum dan setelah dilakukan fototerapi. Analisis data dan statistic digunakan SPSS 22 dan uji t berpasangan dengan nilai $p \leq 0,05$ dan koefisien interval 95% dianggap signifikan. Hasil yang didapat yaitu rata – rata usia kuning $4,2 \pm 0,88$ hari dengan rata-rata berat badan 2784 ± 643 gram. Rata-rata kadar bilirubin sebelum dilakukan fototerapi dan setelah dilakukan fototerapi 24

jumlah adalah $12,8 \pm 1,88$ mg/dL dengan $p=0,001$. Penurunan kadar bilirubin adalah sebesar $2,5 \pm 0,88$ mg/dL dalam 24 jam (turun 16,3% dalam 24 jam), komplikasi fototerapi yaitu hipertemi (2,3%) dan eritema (27,3%). Sebagai kesimpulan penurunan kadar bilirubin total setelah dilakukan fototerapi dalam 24 jam sebesar $2,5 \pm 0,8$ mg/dL, mengalami penurunan sebesar 16,3% dalam 24 jam. Fototerapi diberikan dengan jarak 10-20 cm, semakin dekat jarak bayi dengan sinar fototerapi semakin efektif dalam menurunkan kadar bilirubin total [11].

Pada penelitian Abi Abdillah tahun 2016, dengan judul “Rancang Bangun Phototherapy Radiometer Menggunakan Sensor TCS3200” , dengan metode *pre-eksperimental* dengan jenis *one group test design*. pada rancangan ini peneliti hanya menggunakan satu kelompok subyek serta melakukan pengukuran sebelum dan sesudah pemberian perlakuan pada subyek pada jarak 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan 50 cm. Sebagai hasil penelitian dalam pembuatan alat Phototherapy Radiometer dilakukan perbandingan hasil pengukuran modul terhadap alat pembanding. Alat pembanding yang digunakan yaitu “Dale 40 Phototherapy Radiometer”. Akan diketahui apakah pengukuran nilai yang dihasilkan modul sesuai dengan tampilan pengukuran pada alat asli yang digunakan sebagai titik acuan. Alat fototerapi yang digunakan sebagai alat uji coba ukur adalah *Double Surface Phototherapy*. Tujuan perbandingan ini pada intinya adalah menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (*traceable*) ke standar nasional maupun internasional. Berdasarkan pengambilan data panjang gelombang blue light yang dibandingkan dengan “Dale 40 Phototherapy Radiometer” didapatkan nilai kesalahan paling kecil adalah 1,8

pada jarak 20 cm sedangkan nilai kesalahan terbesar adalah 10,6 pada jarak 50 cm. Setelah dilakukan uji coba system secara keseluruhan alat dapat digunakan sesuai dengan fungsi dan tujuannya [8]. Namun menurut penelitian alat tersebut masih memiliki kelemahan karena alat tersebut belum dilengkapi dengan *detector* jarak pada saat pengambilan data sehingga pada saat pengukuran iradiasi *blue light* harus dilakukan secara manual sehingga tidak efisien pada saat proses pengukuran [8]. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian akan membuat alat yang berkaitan dengan masalah tersebut yaitu “Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada *Phototherapy*”, dilengkapi *detector* jarak. Detektor jarak berfungsi untuk memudahkan *user* dalam pengukuran jarak secara otomatis sehingga tidak perlu menggunakan alat ukur jarak saat pengambilan data iradiasi *blue light*.

2.2. Dasar Teori

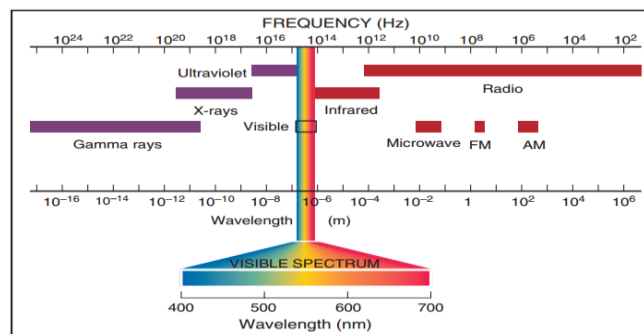
2.2.1. Ikterus neonatorum

Ikterus neonatorum atau penyakit kuning adalah gejala umum yang sering dijumpai pada bayi baru lahir normal. Munculnya warna kuning pada kulit dan sklera karena terjadinya peristiwa hiperbilirubinemia saat bayi berusia 72 jam sampai 120 jam dan akan kembali normal setelah 7 hari sampai 10 hari. Hiperbilirubinemia adalah keadaan dimana terjadi peningkatan kadar serum bilirubin dalam darah yaitu diatas 5 mg/dL Bilirubin adalah hasil dari produk pemecahan hemoglobin. Dalam dunia medis, ketika konsentrasi bilirubin mencapai level tertentu, bilirubin tersebut berubah menjadi *neurotoxic* yaitu racun yang berasal dari sel saraf sehingga dapat menyebabkan kelumpuhan dan kerusakan otak

pada bayi. Efektivitas fototerapi digunakan untuk penurunan kadar bilirubin pada bayi [12].

2.2.2. Cahaya Biru

Blue light atau cahaya biru adalah spektrum pada gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 400 – 500 nanometer dan berada dalam spektrum cahaya tampak sehingga dapat dilihat oleh mata manusia. Sumber cahaya biru terdapat pada matahari, lampu LED (*Light Emitting Diode*) dan lampu *flourescant* [13]. Adapun spektrum elektromagnetik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Spektrum Elektromagnetik [14].

Pada Gambar 2.1 menjelaskan tentang spektrum elektromagnetik dengan sinar gamma memiliki daerah energi tertinggi (panjang gelombang terpendek) dan gelombang radio memiliki daerah energi terendah (panjang gelombang terpanjang). Daerah cahaya tampak memiliki panjang gelombang sekitar 400 – 700 nm.

Dalam bidang kesehatan sinar biru berfungsi sebagai terapi sinar biru ini akan mengubah bilirubin menjadi senyawa yang larut dalam air sehingga dapat dikeluarkan dari tubuh bayi. Berapa lama bayi menjalani terapi sinar biru tergantung pada kadar bilirubin, biasanya sekitar 2-4 hari. Bila kadar bilirubin 12-15 mg/dl, terapi dilakukan selama 2-3 hari. Bila kadarnya mencapai 15-20 mg/dl terapi dilakukan selama 3-4 hari [15].

2.2.3. Phototherapy Radiometer

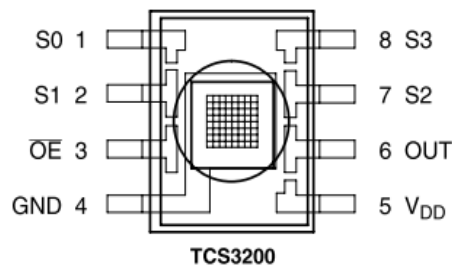
Phototherapy radiometer adalah alat untuk menentukan layak atau tidaknya alat fototerapi untuk menurunkan kadar *bilirubin* dalam darah bayi baru lahir yang menderita *hyperbilirubin* dengan panjang gelombang 425-475 nm. Karena pemberian paparan radiasi cahaya biru mempengaruhi pertumbuhan serta perkembangan bayi, maka fototerapi harus memberikan dosis radiasi yang efektif dalam pengoperasiannya. Pengukuran nilai panjang gelombang dari lampu sumber fototerapi berguna untuk mengetahui radiasi pengobatan yang terpapar ke permukaan tubuh pasien [16].

Tidak ada standar untuk alat fototerapi yang diakui, dokter juga mengikuti rekomendasi dari organisasi nasional, misalnya organisasi riset komite fototerapi nasional. Hal ini sangat penting untuk mengukur daya spektral biru yang dipancarkan oleh lampu fototerapi untuk mengoptimalkan pengobatan hiperbilirubinemia, mengukur daya keluaran lampu, memantau iradiasi dan dosis yang diberikan ke bayi yang baru lahir, menentukan umur efektivitas lampu, mengganti lampu fototerapi jika keluaran radiasi cahaya biru sudah tidak sesuai [16].

2.2.4. Sensor Warna TCS3200

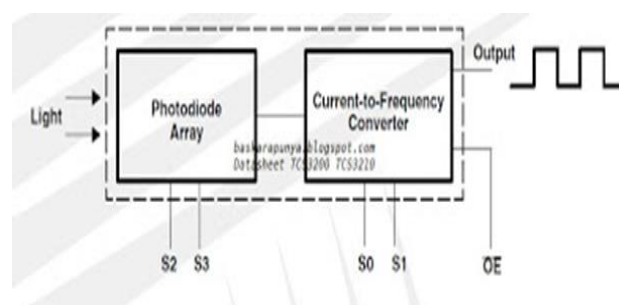
Sensor warna TCS3200 adalah sensor pendeteksi warna cahaya ke nilai frekuensi. Ada dua komponen pembentuk utama sensor ini yaitu *photodiode* dan pengkonversi arus ke frekuensi. Keluaran dari sensor ini berupa *output* digital yang berbentuk pulsa – pulsa hasil dari pembacaan warna RGB (*Red Green Blue*). Sensor TCS3200 dalam prinsip saat merubah warna cahaya ke frekuensi dilakukan secara serentak dengan cara memfilter pada tiap – tiap warna dasar yaitu membaca

8 foto *array photodiode* 8 x 8. Terdapat 16 *photodiode* filter biru, 16 *photodiode* filter hijau, 16 *photodiode* filter merah, dan 16 *photodiode* tanpa filter. Untuk itu diperlukan sebuah pengaturan atau pemrograman untuk memfilter tiap-tiap warna tersebut seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skema Pin Sensor TCS3200 [17].

Pada Gambar 2.2 dapat dijelaskan bahwa kaki 1 dan kaki 2 berfungsi sebagai saklar pemilih pada frekuensi *output* skala tinggi, kaki 3 adalah *Output Enable* yaitu *input* untuk frekuensi *output* skala rendah, kaki 4 berfungsi sebagai *ground*, kaki 5 berfungsi sebagai *supply* tegangan, kaki 6 berfungsi sebagai *output* frekuensi, kaki 7 dan kaki 8 berfungsi sebagai saklar pemilih 4 kelompok *photodiode* [17]. Berikut adalah komponen utama yang terdapat pada sensor TCS3200 seperti pada Gambar 2.3.

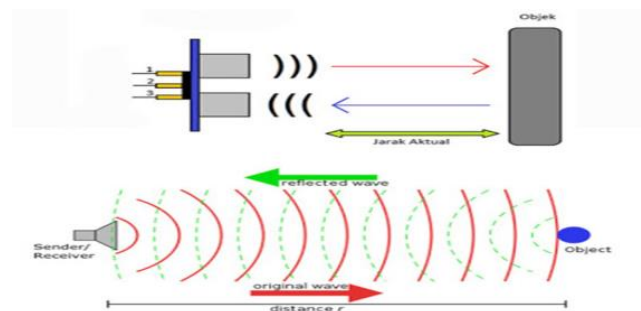


Gambar 2.3. Blok Diagram Fungsional Sensor TCS3200.

Pada Gambar 2.3 dapat dijelaskan bahwa sensor TCS3200 memiliki blok diagram fungsional seperti pada dimana pada sensor TCS3200 terdapat 2 komponen utama, yaitu blok *photodiode array* (kaki S2 dan S3) dan pengkonversi arus ke frekuensi (kaki S0 dan S1) [17].

2.2.5. Sensor Jarak HC-SR04

HC-SR04 merupakan sensor pengukur jarak yang menggunakan ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangat sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan, dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara dan pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima [18]. Adapun prinsip kerja dari sensor jarak dapat dilihat pada Gambar 2.4 :



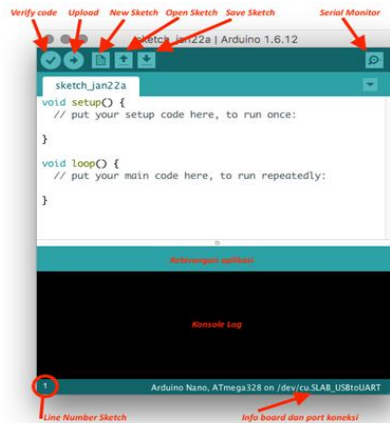
Gambar 2.4. Prinsip Kerja Sensor Jarak HC-SR04 [19].

Pada Gambar 2.4 dapat dijelaskan bahwa prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut. *Pin* yang digunakan sebagai jalur data sensor dijadikan *output*. Mikrokontroler memberikan pulsa *trigger* (pulsa *high* dengan t_{out} selama 2 μ s sampai 5 μ s). Kemudian setelah memberikan *trigger*, *pin* tersebut dijadikan

input. Sensor memancarkan gelombang ultrasonik sebesar 40 KHz selama 200 μ s. Gelombang ultrasonik ini akan merambat diudara dengan kecepatan 344.424 m/detik atau 1 cm setiap 29.034 μ s. Gelombang tersebut akan mengenai objek kemudian terpantul kembali ke sensor. Selama menunggu pantulan, sensor akan menghasilkan sebuah pulsa (*high*). Pulsa ini akan berhenti (*low*) ketika gelombang suara pantulan terdeteksi oleh sensor. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus $S = 340.t/2$, dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima *receiver*. Sinyal yang diterima oleh rangkaian *receiver* dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda [20].

2.2.6. Arduino Software IDE

Aplikasi Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah aplikasi yang berguna sebagai *text editor* untuk membuat, membuka, mengedit, dan juga memvalidasi kode serta untuk di upload ke board Arduino. Program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah “*sketch*” yaitu *file source code* arduino dengan ekstensi .ino. Berikut ini adalah bagian-bagian dari aplikasi Arduino seperti pada Gambar 2.5 :



Gambar 2.5. Bagian-Bagian dari Aplikasi Arduino IDE [18].

Pada Gambar 2.5 dapat dijelaskan bahwa bagian-bagian aplikasi Arduino IDE. *Verify* pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah *compile*. Sebelum aplikasi diunggah ke papan Arduino, program harus diperiksa terlebih dahulu pada sketsa yang dibuat. Jika ada kesalahan pada sketsa, akan muncul *error*. Proses *verify/compile* adalah proses mengubah sketsa ke kode biner untuk diunggah ke mikrokontroler. *Upload* berfungsi untuk menunggah sketsa ke papan Arduino. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memeriksa *source code* saja. *New Sketch* berfungsi untuk membuka lembar kerja baru dan membuat *sketch* baru. *Open Sketch* berfungsi untuk membuka sketsa yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi *file .ino*. *Save Sketch* menyimpan sketsa, tetapi tidak disertai dengan pembacaan program tiap baris. *Serial Monitor* berfungsi untuk membuka *interface* untuk komunikasi serial. Keterangan pada aplikasi akan muncul di sini, misal “*Compiling*” dan “*Done Uploading*” ketika verifikasi dan unggah sketsa ke papan Arduino. *Consol log* adalah pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang sketsa. Misal, ketika aplikasi memverifikasi atau ketika ada kesalahan pada sketsa maka informasi

error dan baris akan diinformasikan di bagian ini. *Sketch Line* adalah untuk menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada sketsa. *Board information* dan *port* adalah bagian yang menginformasikan kaki yang dipakai oleh *board* Arduino [18].

2.2.7.LCD Karakter 2X16

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan komponen *display* yang dapat menampilkan berbagai macam karakter, seperti angka, huruf dan simbol. LCD memiliki beberapa ukuran sesuai dengan jumlah karakternya berdasarkan baris dan kolom. LCD karakter 2x16 artinya pada *display* ini memiliki 16 kolom karakter sebanyak 2 baris [21]. Adapun fungsi *pin* pada LCD dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Fungsi Pin Pada LCD 2x16 [22].

PIN	Nama	Fungsi
1	VSS	<i>Ground voltage</i>
2	VCC	+5V
3	VEE	<i>Contrast voltage</i>
4	RS	<i>Register Select</i> 0 = <i>Instruction Register</i> 1 = <i>Data Register</i>
5	R/W	<i>Read/ Write, to choose write or read mode</i> 0 = <i>write mode</i> 1 = <i>read mode</i>
6	E	<i>Enable</i> 0 = <i>start to latch data to LCD character</i> 1 = <i>disable</i>
7	DB0	LSB
8	DB1 – DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	<i>Back Plane Light</i>
16	GND	<i>Ground voltage</i>

Pada Tabel 2.1 menjelaskan fungsi setiap pin pada LCD. VCC sebagai *supply* 5V DC, Vss sebagai *ground*, dan V_{EE} untuk mengatur kontras pada LCD. Jalur EN dinamakan *Enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa anda

sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika low "0" dan *setting* pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, *setting* EN dengan logika "1" dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika low "0" lagi. Jalur RS (*Register Select*), ketika RS berlogika *low* "0", data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti *clear screen*, posisi kursor, dan lain-lain). Ketika RS berlogika *high* "1", data yang dikirim adalah data *text* yang akan ditampilkan pada display LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf "T" pada layar LCD maka RS harus mengatur logika *high* "1". Jalur RW (*Read/ Write*). Ketika RW berlogika *low* (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* "1", maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* "0". Jalur D0 sampai dengan D7 adalah pin data 8 *bit* yang digunakan untuk mengirimkan informasi ke LCD atau membaca isi dari LCD.