

PROPOSAL PATEN BeeMetry

2.1 *Pulse Beemetry*

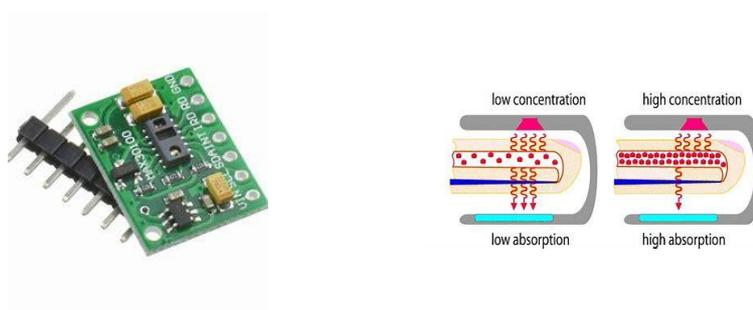
Pulse Beemetry berfungsi mengamati saturasi Zat Besi dalam darah. Hal ini dilakukan untuk menjamin kadar zat Besi cukup pada pembuluh. Saat ini kasus stunting menjadi perhatian pemerintah, salah satu yang dibutuhkan agar mengetahui kondisi kadar zat besi yang ditegarai menjadi penyebab salah satu kejadian stunting, alat ini bisa dipakai pada pasien yang mengalami *under anesthesia, neonates* (remaja pra nikah, ibu hamil, dan bayi baru lahir yang berusia di bawah 28 hari (Stoll, 2007), pasien yang mengalami kondisi buruk (*critically*) kekurangan zat besi. Alat ini menampilkan frekuensi denyut jantung dan saturasi Zat besi, parameter yang menjadi andalan dan sangat berguna untuk mengetahui kondisi pasien saat pemeriksaan. Zinkmeter termasuk alat medis *non invasive* dan portabel. Proses penggunaan probe sensor dengan menjepit bagian ujung jari seperti pada Gambar 2.1 yang dikutip dari asthma.about.com pada tahun 2011.



Gambar 2.1 *Pulse Beemetry*

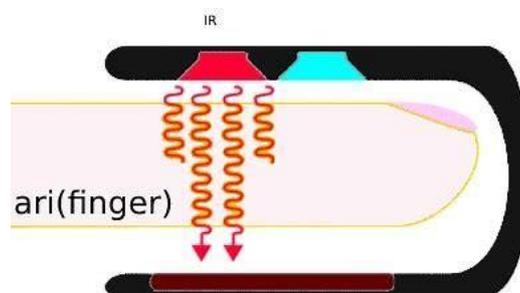
Sensor dibangun dengan menggunakan LED (*Light Emitting Diode*) berwarna merah dan LED *infrared*. Perlu diketahui hemoglobin yang mengandung zat besi akan menyerap panjang gelombang cahaya 910 nm dan hemoglobin yang tidak mengikat zat besi menyerap panjang gelombang cahaya 650 nm sehingga hal inilah yang mengapa LED merah dan inframerah digunakan sebagai komponen

utama pembangun sensor karena kedua LED ini memiliki panjang gelombang yang sesuai kriteria.



2.2 Prinsip Dasar *Pulse Zinkmetry*

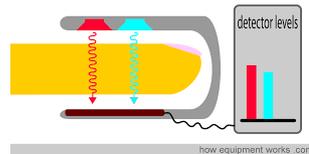
Sensor *pulse zinkmetry* menggunakan cahaya dalam analisis spektral untuk pengukuran saturasi zat besi, yaitu deteksi dan kuantifikasi komponen (hemoglobin) dalam larutan. Saturasi zat besi adalah persentase total hemoglobin yang membawa atau mengandung zat besi. Oksimeter pulsa menggabungkan dua teknologi spektrofotometri dan *plethysmography* optik (mengukur denyut perubahan volume darah di arteri). Sensor *Pulse Zinkmetry* dibangun dari dua LED, yang masing-masing memancarkan panjang gelombang cahaya. Probe umumnya ditempatkan jari atau daun telinga. Sebuah fotodetektor pada sisi lain mengukur intensitas cahaya yang berasal dari transmisi sumber cahaya yang menembus jari. Transmisi cahaya melalui arteri adalah denyutan yang diakibatkan pemompaan darah oleh jantung (Hill *et al*, 2006)



Gambar 2.2 *Photodetector Zinkmeter*

2.2.1 Konsentrasi Zat

Jumlah cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi Hb dalam pembuluh darah. Seperti pada Gambar 2.4 pembuluh darah di kedua jari memiliki diameter yang sama. Namun, salah satu pembuluh darah memiliki konsentrasi Hb yang rendah (jumlah rendah yaitu konsentrasi Hb di setiap satuan volume darah) dan pembuluh darah lainnya memiliki konsentrasi Hb tinggi.

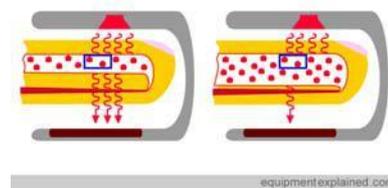


Gambar 2.4 Konsentrasi Zat (Prasanna, 2011)

Setiap partikel Hb tunggal menyerap beberapa cahaya, sehingga semakin banyak kandungan Hb per satuan luas maka lebih banyak cahaya yang diserap.

2.2.2 Panjang Lintasan Transmisi Cahaya

Berdasarkan Hukum Lambert : Jumlah cahaya yang diserap sebanding dengan panjang jalan yang cahaya telah melakukan perjalanan dalam substansi menyerap. Penyerapan cahaya oleh hemoglobin lebih besar pada arteri yang ukuran luas penampangnya besar daripada arteri yang luas penampangnya kecil.

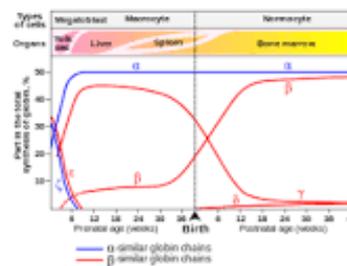


Gambar 2.5 Pengaruh Panjang Lintasan Sinar (Prasanna, 2011)

Walaupun jumlah konsentrasi Hb sama, cahaya akan mengenai partikel Hb lebih banyak pada arteri yang luas penampangnya besar. Hal ini dapat menjelaskan adanya perbedaan nilai saturasi antara satu pasien dengan pasien yang lain jika terdapat perbedaan besarnya luas penampang jari.

2.2.3 Penyerapan Cahaya oleh Hemoglobin

Terdapat dua jenis Hb berdasarkan kandungan zat besi didalamnya, diantaranya *zinkhemoglobin* yaitu hemoglobin yang mengikat zat besi dan *dezinkhemoglobin* adalah hemoglobin yang tidak mengandung zat besi.



Gambar 2.6 Grafik Perbedaan Hemoglobin Menyerap Cahaya
(Prasanna, 2011)

. Dari Gambar 2.6 dapat dianalisis bahwa cahaya LED merah lebih banyak diserap oleh *dezinkhemoglobin* dan cahaya LED Inframerah lebih banyak diserap *zinkhemoglobin*. Rasio perbedaan penyerapan cahaya tersebut menjadi acuan untuk menentukan saturasi zat besi. Rasio (R) adalah jumlah perbandingan

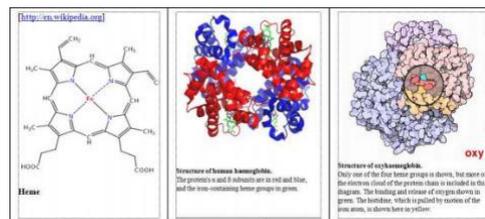
penyerapan cahaya infrared dan cahaya merah. Nilai rasio dapat dihitung dengan rumus 2.1 [1].

Nilai SpZn dapat dihitung dengan memasukkan nilai R pada persamaan linier 2.3 [2].

$$\text{SpZn} = 110 - 25 \times R \dots\dots\dots 2.3$$

2.3 Hemoglobin

Hemoglobin adalah zat besi aktif yang membawa eritrosit (sel darah merah). Eritrosit merupakan suatu senyawa dari besi (ujung) dan empat rantai polipeptida. Polipeptida merupakan kelompok polimer yang terdiri dari panjang rantai asam amino. Setiap rantai dikaitkan dengan satu atom besi, masing-masing dapat membawa empat molekul zat besi seperti pada Gambar 2.7

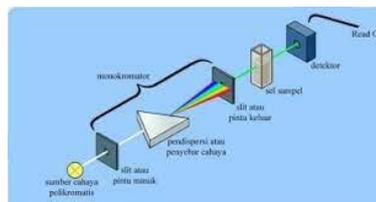


Gambar 2.7 Struktur Kimia Hemoglobin

Setiap molekul zat besi memiliki dua atom zat besi sehingga setiap molekul hemoglobin dapat membawa delapan atom ink. Hematokrit manusia normal sekitar 45 % volume darah. Zinkhemoglobin adalah hemoglobin yang membawa zat besi dan hemoglobin terdezinogenasi merupakan hemoglobin yang tidak membawa zat besi. Jika semua molekul hemoglobin terikat dengan molekul zat besi maka total hemoglobin tubuh dikatakan sepenuhnya jenuh (saturasi 100%). Jumlah hemoglobin tiap individu berbeda-beda yang bisa disebabkan karena faktor kerja fisik akibat berubahnya jumlah eritrosit di dalam kapiler selama peredaran darah atau karena hilangnya plasma darah (Dharma, 2004). Hemoglobin di dalam sel darah merah memungkinkan darah untuk mengangkut 30 sampai 100 kali jumlah zat besi yang dapat ditransport dalam bentuk zat besi terlarut di dalam cairan darah (plasma). Makin tinggi kadar hemoglobin, proses transport zat besi ke jaringan akan makin optimal sehingga mempengaruhi nilai VZn maks. VZn maks adalah jumlah zat besi maksimal yang dapat dihantarkan dari ginjal melalui pembuluh darah ke otot dalam mililiter atau dalam menit per kilogram berat badan. VZn maks merefleksikan keadaan Ginjal, kardiovaskuler, dan hematologik dalam pengantaran zat besi, serta mekanisme ginjal dan jantung bekerja. Kandungan zat besi dalam darah sangat penting untuk sumber energi saat beraktivitas. Semakin banyak zat besi yang dapat diedarkan ke seluruh tubuh, semakin banyak zat besi yang ditransfer ke sel-sel tubuh. Hal ini akan berdampak pada proses kelancaran metabolisme di dalam sel.

2.4 Hukum Lambert-Beer

Pada tahun 1729 Bouguer dan tahun 1760 Lambert menyatakan bahwa apabila energi elektromagnetik diabsorpsi oleh suatu larutan maka kekuatan energi yang akan ditransmisikan kembali akan menurun secara geometri (secara eksponensial) dengan jarak atau panjang yang ditempuh oleh gelombang tersebut. Deteksi saturasi zat besi hemoglobin oleh spektrofotometri berdasarkan pada hukum Beer-Lambert.

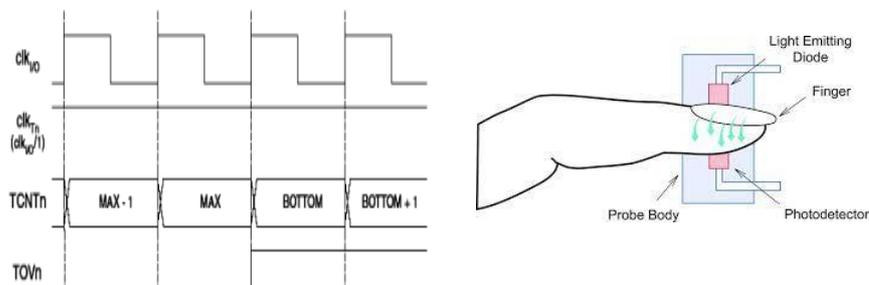


Gambar 2.8 Transmisi Cahaya Lambert Beer

Dalam analisis konsentrasi suatu zat yang menyerap cahaya dari sumber cahaya yang ditransmisikan perlu mengetahui intensitas dan panjang gelombang cahaya, panjang jalur transmisi, dan absorbansi zat pada panjang gelombang tertentu. Hal ini didasarkan pada rumus:

2.5 Driver Sensor dengan *Timer* Mikrokontroler

Fitur *timer* pada mikrokontroler digunakan untuk menjalankan LED Inframerah dan LED Merah. *Timer/counter* adalah fasilitas dari ATmega16 yang digunakan untuk perhitungan pewaktuan. *Timer/counter* 8 bit dapat menghitung maksimal hingga 255 (00-FF) hitungan. Dimana periode setiap hitungan (*clock*) tergantung dari *setting prescaler*. Beberapa fasilitas *channel* dari *timer counter* antara lain: *counter channel* tunggal, pengosongan data *timer* sesuai dengan data pembanding, bebas *glitch*, tahap yang tepat *Pulse Width Modulation* (PWM), pembangkit frekuensi, *event counter external*. *Timer/counter* didesain sinkron *clock timer* (clkT0) oleh karena itu ditunjukkan sebagai sinyal *enable clock* pada Gambar 2.8 . Gambar ini termasuk informasi ketika *flag interrupt* dalam kondisi set. Data *timing* digunakan sebagai dasar dari operasi *timer/counter*. Dengan memanfaatkan fitur *timer* pada mikrokontroler, nyala LED dan LED IR dapat diatur menyala secara bergantian dengan kecepatan yang dapat disesuaikan.



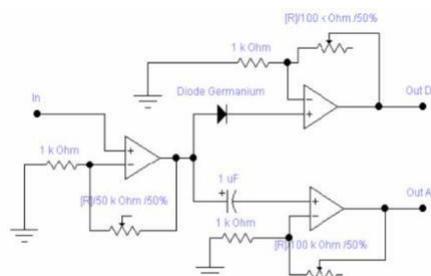
Gambar 2.9 *Timer* pada mikrokontroler

Timer digunakan dalam mode normal. TCNT1 akan menghitung naik dan membangkitkan *interrupt Timer/Counter* 1 ketika nilainya berubah dari 0xFFFF ke 0x0000. Pada dasarnya *timer* hanya menghitung pulsa *clock*

Frekuensi pulsa *clock* yang dihitung tersebut bisa sama dengan frekuensi denyut *crystal* yang digunakan atau dapat diperlambat menggunakan *prescaler* dengan faktor pencacah 8, 64, 254, atau 1024.

2.6 Rangkaian Amplifier *Cascade*

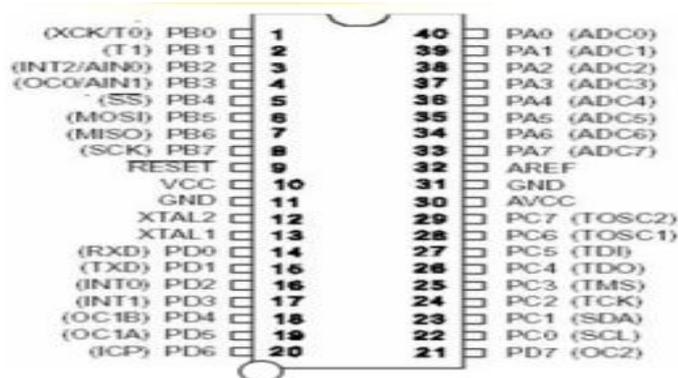
Op-amp adalah rangkaian yang mampu mendeteksi serta memperkuat sinyal baik DC maupun AC dengan penguatan yang mendekati ideal. Rangkaian ini dibangun atas elemen-elemen transistor, resistor dan kapasitor. Beberapa op-amp memerlukan catu daya positif dan negatif. Sinyal tegangan *input* dapat dikenakan pada terminal *inverting* dan atau *non inverting*. Dalam skema ini, digunakan oleh penguat kaskade sebagai penguatan yang cukup sekaligus memisahkan antara sinyal AC dengan sinyal DC menggunakan kopling kapasitor untuk memblok sinyal DC. Sedangkan pada penguat kedua, kopling dengan dioda germanium yang memiliki tegangan ideal 0,3 V pada suhu 25°C untuk melewatkan sinyal DC. Fungsi kopling disini adalah penghubung sinyal antara dua rangkaian yang berbeda. Penguat kaskade amplifier ini menggunakan jenis penguat *non inverting* sehingga sinyal keluaran masih dengan *input* fase sinyal.



Gambar 2.10 Rangkaian Amplifier

2.7 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler atau mikroprosesor adalah suatu piranti yang digunakan untuk mengolah data-data biner yang didalamnya merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian elektronik yang dikemas dalam bentuk suatu *chip* (IC). Pada umumnya mikrokontroler terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut: alamat (*address*), data, pengendali, memori (RAM atau ROM), dan bagian *input-output*. AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya dengan kecepatan proses.



Gambar 2.11 Konfigurasi ATmega16

Pada Gambar 2.11 ATMega16 mempunyai empat buah port yang bernama Port.A, Port.B, Port.C, dan Port.D. Setiap port memiliki delapan pin yang memiliki fitur fungsi masing-masing. Keempat port tersebut merupakan jalur *bidirectional* dengan pilihan internal *pull-up*. Tiap port mempunyai tiga buah register bit, yaitu DDxn, PORTxn, dan PINxn. Huruf 'x' mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf 'n' mewakili nomor bit. Bit DDxn terdapat pada I/O *address* DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O *address* PORTx, dan bit PINxn terdapat pada I/O *address* PINx.

2.8 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah *display* yang menggunakan pemantulan cahaya dari luar sebagai tampilannya. Perbedaan LED dan LCD adalah LED menghasilkan cahaya sedangkan LCD tergantung dari cahaya dari luar, sehingga bila cahaya dari luar semakin terang maka tampilan yang terdapat pada LCD juga akan semakin jelas.



Gambar 2.12 LCD 16x2

LCD ini hanya memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga sangat rendah yaitu +5 VDC. LCD mempunyai 16 pin yang mempunyai fungsi-fungsi sendiri, dengan nomor 1 terletak paling kiri dan pin nomor 16 terletak paling kanan.

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin LCD

No	Simbol	Level	Fungsi
1	V _{ss}	-	0 Volt
2	V _{cc}	-	5 + 10% Volt
3	V _{ee}	-	Penggerak LCD
4	RS	H/L	H = memasukan data L = memasukkan Ins
5	R/W	H/L	H = Baca L = Tulis
6	E	-	<i>Enable Signal</i>
7	DB0	H/L	Data Bus
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	V+BL	-	Kecerahan LCD
16	V-BL	-	Kecerahan LCD

2.9 Rangkaian Buzzer

Rangkaian buzzer digunakan sebagai *driver* untuk menjalankan fungsi alarm pada monitoring. Jika indikator nilai kadar darah terpenuhi maka buzzer akan mengeluarkan bunyi sebagai bentuk peringatan jika pasien dalam kondisi dibawah normal.



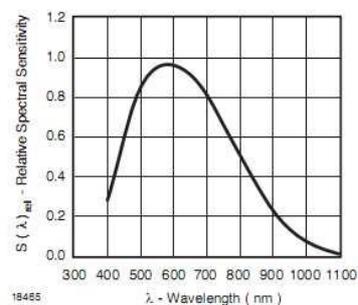
Gambar 2.13 Buzzer 5V

Rangkaian buzzer menggunakan transistor BC557 (*general purpose*), pada dasarnya, buzzer di hubungkan ke tegangan Vcc 5 Volt (dengan batasan arus oleh resistor 47 Ohm), karena adanya transistor, maka buzzer mendapatkan arus.

2.10 Komponen Sensor

2.10.1 Fototransistor

Fototransistor merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai detektor cahaya yang dapat mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik.



Gambar 2.14 Simbol dan Grafik Respon Fototransistor Terhadap Panjang Gelombang [lampiran 2 : *Datasheet*]

Seperti pada Gambar 2.14 Fototransistor dapat diterapkan sebagai sensor yang baik, karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan komponen lain yaitu mampu untuk mendeteksi sekaligus menguatkannya dengan satu komponen

tunggal. Pada umumnya transistor memiliki tiga kaki yaitu emitor, basis dan kolektor. Pada fototransistor, kaki basis tersembunyi berupa lempengan yang peka cahaya. Fototransistor akan bekerja jika arus mengalir dari kolektor menuju emitor apabila kaki basis diberikan arus atau tegangan. Sedikit saja arus atau tegangan yang diberikan ke kaki basis, maka arus yang besar akan mengalir dari kolektor ke emitor. Bahan utama dari fototransistor adalah silikon atau germanium sama seperti pada transistor jenis lainnya. Fototransistor juga memiliki dua tipe seperti transistor yaitu tipe NPN dan tipe PNP. Fototransistor tidak berbeda dengan transistor biasa, hanya saja fototransistor ditempatkan dalam suatu material yang transparan sehingga memungkinkan cahaya mengenai lempeng daerah basis, sedangkan transistor biasa ditempatkan pada bahan logam dan tertutup.

2.10.2 LED Inframerah

LED Inframerah adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya dengan panjang gelombang lebih panjang dari cahaya yang dapat dilihat, tetapi lebih pendek dari gelombang radio apabila LED Inframerah tersebut dilalui arus. Intensitas cahaya yang dikeluarkan oleh LED Inframerah tergantung arus yang mengalir pada LED Inframerah tersebut. Semakin besar arus yang melaluinya maka intensitas cahaya yang dikeluarkan akan semakin besar, dan semakin kecil arus yang melalui LED Inframerah tersebut maka akan semakin kecil pula intensitas cahaya yang dikeluarkan.

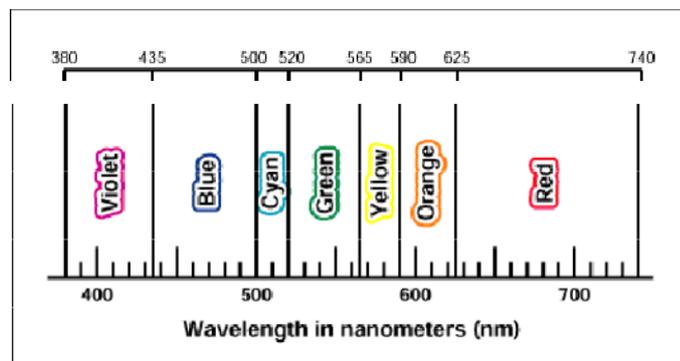
2.10.3 LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju.



Gambar 2.15 LED (*Light Emitting Diode*)

Gejala ini termasuk bentuk elektroluminesensi. Warna yang dihasilkan bergantung pada bahan semikonduktor yang dipakai. Panjang gelombang dari cahaya yang dipancarkan, dan oleh karena itu warnanya, tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk *p-n junction*. Banyak aplikasi LED yang diterapkan di berbagai macam teknologi.



Gambar 2.16 Panjang Gelombang Cahaya Warna