

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum Darah**

Darah adalah jaringan yang terdiri atas dua bagian. Bahan interseluler adalah cairan yang disebut plasma dan didalamnya terdapat unsur-unsur padat, yaitu sel darah. Volume darah secara keseluruhan kira-kira merupakan satu perdua belas berat badab atau kira-kira 5 liter. Sekitar 55 persennya adalah cairan sedangkan 45 persen sisanya terdiri atas sel darah(Pearce,2017). Peran utama darah secara umum adalah mengintegrasikan fungsi tubuh dan memenuhi jaringan khusus. Peran ini dilakukan melalui transportasi, regulasi dan mekanisme perlindungan. Fungsi perlindungan darah mencakup antibodi dan fagosit untuk melindungi terhadap penyakit serta faktor yang berpartisipasi dalam hemostasis(Tambayong, 2000).

Darah memiliki dua komponen penyusun yaitu plasma dan sel darah. Plasma darah merupakan bagian dari komponen darah yang berwarna kekuning-kuningan yang jumlahnya sekitar 60% dari volume darah, sedangkan sel darah adalah komponen seluler dari darah termasuk sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (lekosit) dan keping-keping darah (trombosit).Eritrosit selama hidupnya tetap berada dalam darah. Sel – sel ini mampu mengangkut oksigen secara efektif tanpa meninggalkan pembuluh darah serta cabang –cabangnya. Leukosit melaksanakan fungsinya di dalam jaringan, sedangkan keberadaannya dalam darah hanya melintas saja. Trombosit melakukan fungsinya pada dinding pembuluh darah, sedangkan

trombosit yang ada dalam sirkulasi tidak mempunyai fungsi khusus(Widman, 1995).

Darah juga berpartisipasi dalam pengaturan kondisi asam basa, keseimbangan elektrolit dan temperature tubuh, dan sebagai pertahanan suatu organisme terhadap penyakit. Semuanya adalah fungsi yang berhubungan dengan pemeliharaan lingkungan interna yang konstan(Sonjaya, 2013).

Sel darah merah yang berukuran kurang dari 6  $\mu\text{m}$  dinamakan sel mikrosit dan yang berukuran lebih dari normal (9  $\mu\text{m}$  - 12  $\mu\text{m}$ ) dinamakan sel makrosit. Komposisi molekuler sel darah merah menunjukkan bahwa lebih dari separuhnya terdiri dari air (60%) dan sisanya berbentuk substansi padat. Keseluruhan isi sel darah merah merupakan substansi koloidal yang homogen, sehingga sel ini bersifat elastis dan lunak. Sel darah merah dibatasi oleh membran plasma yang bersifat semipermeable dan berfungsi untuk mencegah agar koloid yang dikandungnya tetap di dalam. Tekanan osmosis di luar sel darah merah haruslah sama dengan tekanan di dalam sel darah merah agar terdapat keseimbangan. Sel darah merah yang dimasukkan ke dalam larutan hipertonis maka air dalam sel darah merah akan mengalir ke luar yang akan berakibat bentuk sel darah merah menjadi berkerut seperti berduri (sel burr). Sebaliknya, apabila sel darah merah dimasukkan dalam larutan hipotonis, maka air akan masuk ke dalam sel darah merah sehingga sel darah merah mengembang sampai dapat pecah. Peristiwa tersebut dinamakan hemolisis yang ditandai dengan merahnya larutan oleh karena keluarnya hemoglobin(Subowo, 2008).

Membran plasma pada sel darah merah dapat mengalami kerusakan, sehingga tidak dapat melakukan fungsi yang diembannya. Jenis kerusakan dapat beraneka ragam, dapat karena tusukan, robek, putus, terkena senyawa kimia, dan sebagainya. Membran plasma berfungsi untuk menyelubungi sebuah sel dan membatasi keberadaan sebuah sel, juga memelihara perbedaan-perbedaan pokok antara isi sel dengan lingkungannya serta sebagai filter untuk memilih dan memilah-milah bahan-bahan yang melintasinya dengan tetap memelihara perbedaan kadar ion di luar dan di dalam sel (Subowo, 2009).

## **2.2 . Hemoglobin**

### **2.2.1. Definisi Hemoglobin**

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Hemoglobin memiliki afinitas (gaya gabung) terhadap oksigen dengan oksigen tersebut membentuk oksihemoglobin di dalam sel darah merah. Dengan melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100ml darah, dan jumlah ini biasanya disebut ‘100 persen” (Pearce, 2017).

Ciri terpenting dari molekul hemoglobin adalah kemampuannya mengikat oksigen secara longgar dan reversibel. Atom oksigen berikatan secara longgar dengan satu dari apa yang disebut sebagai ikatan koordinasi atom besi di hemoglobin. Ketika berikatan dengan hem besi, oksigen diangkut sebagai oksigen molekular yang terdiri dari dua atom oksigen.

Oksigen di bebaskan ke dalam jaringan dalam bentuk oksigen molekular terlarut dan bukan ion oksigen(Pearce, 2017)

Eritrosit mengangkut hemoglobin sedangkan hemoglobi nmengangkut oksigen. Banyaknya oksigen yang diterima oleh jaringanbergantung kepada kadar dan fungsi hemoglobin yang tersedia, polaaliran darah yang efektif, dan keadaan jaringan serta cairan yangmenerima oksigen itu. Hanya pernyataan pertama yang merupakan bidang hematologi. Kadar hemoglobin dalam darah dinyatakan dalam gram Hb/dl darah (Widman, 1995)

### **2.2.2. Fungsi Hemoglobin**

Hemoglobin dalam darah mempunyai beberapa fungsi penting yaitu :

- a. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringan– jaringan tubuh.
- b. Mengambil oksigen dari paru – paru kemudian dibawa keseluruhjaringan – jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar atau energi.
- c. Membawa karbondioksida dari jaringan – jaringan tubuh sebagai hasilmetabolisme ke paru – paru untuk dibuang ke udara bebas.

Cara untuk mengetahui apakah tubuh seseorang kekurangan hemoglobin dalam darah atau tidak, dapat diketahui dengan pengukuran kadar Hemoglobin. Anemia adalah kumpulan gejala yang ditandai dengan kulit dan membran mukosa pucat, dan pada tes laboratorium didapatkan

hitung hemoglobin(Hb), hematokrit dan eritrosit kurang dari normal(Hardjoeno, 2003).

### **2.2.3.Kadar Hemoglobin**

Kadar hemoglobin usia 0.6 – 4 tahun 11 g/dl

Kadar hemoglobin usia 5 – 9 tahun 11,5 g/dl

Kadar hemoglobin usia 10 – 14 tahun 12 g/dl

Kadar hemoglobin usia > 15 tahun ( Laki-laki ) 14 - 16 g/dl

Kadar hemoglobin usia > 15 tahun ( perempuan ) 12 - 14 g/dl

Umumnya anemia asimtomatik pada kadar hemoglobin diatas 10 g/dl, tetapi sudah dapat menyebabkan gangguan penampilan fisik dan mental (Hardjoeno, 2003).

### **2.3.Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin**

Menurut (A.V. Hoffbrand & Pettit, 2005), beberapa faktor yang mempengaruhi kadar Hemoglobin antara lain :

#### **1. Status Gizi**

Mengonsumsi makanan yang bergizi terutama protein dan zat besi dapat berpengaruh terhadap kadar hemoglobin.

#### **2. Penyakit kronis**

Penyakit kronis seperti gagal ginjal kronis, penyakit hepar dan TBC dapat mempengaruhi kadar hemoglobin.

## 2.4. Anemia

### 2.4.1 Definisi

Menurut WHO ( 1992) Anemia adalah suatu keadaan dimana kadar hemoglobin lebih rendah dari batas normal untuk kelompok orang yang bersangkutan(Wasnidar dan Tarwoto, 2007).

Umumnya anemia asimptomatik pada kadar hemoglobin diatas 10 g/dl, tetapi sudah dapat menyebabkan gangguan penampilan fisik dan mental(Hardjoeno, 2003).

Anemia adalah defisiensi sel darah merah dan dapat disebabkan oleh kehilangan sel darah merah secara cepat atau pembentukan sel darah merah yang lambat (Guyton dan Hall, 2010). Tidak semua pasien yang tampak pucat menderita anemia, sebaliknya anemia berat dapat tidak tampak secara klinik kecuali jika dicari-cari. Selain untuk mengetahui adanya anemia, pemeriksaan dapat memberi petunjuk penting tentang etiologi dan akibat daripada anemia (Hayes, 2010).

### 2.4.2 Klasifikasi

Klasifikasi anemia menurut (Proverawati Atikah, 2011) adalah sebagai berikut:

#### 2.4.2.1. Anemia Defisiensi Besi

Penurunan jumlah sel darah merah dalam darah yang disebabkan oleh zat besi yang terlalu sedikit.

#### 2.4.2.2. Anemia Perniciosa

Penurunan sel darah merah yang terjadi ketika tubuh tidak dapat menyerap dengan baik vitamin B12 dari saluran cerna.

#### 2.4.2.3. Anemia Aplastik

Anemia yang disebabkan karena cedera pada sel induk darah, sel belum matang dalam sumsum tulang.

#### 2.4.2.4. Anemia Hemolitik

Anemia yang disebabkan karena kerusakan dini sel-sel darah merah.

#### 2.4.3 Derajat Anemia

Menurut (Wasnidar dan Tarwoto, 2007) Departemen Kesehatan menetapkan derajat anemia sebagai berikut:

Ringan sekali	: Hb 11 g/dl – Batas
Ringan	: Hb 8 g/dl - < 11 g/dl
Sedang	: Hb < 5 g/dl - < 8 g/dl
Berat	: Hb < 5 g/dl

#### 2.4.4 Tanda dan Gejala

Anemia ringan, biasanya tidak menimbulkan gejala apapun. Jika anemia secara perlahan terus menerus (kronis), tubuh dapat beradaptasi dan mengimbangi perubahan, dalam hal ini mungkin tidak ada gejala apapun sampai anemia menjadi berat (Proverawati Atikah, 2011).

Gejala masing-masing anemia menurut (Handayani, Wiwik, dan Sulistyio Andi, 2012) antara lain:

- a. Anemia defisiensi besi : disfagia, atrofi papil lidah, stomatitis angularis.
- b. Anemia defisiensi asam folat : lidah merah (buffy tongue)
- c. Anemia hemolitik : ikterus dan hepatosplenomegali.
- d. Anemia aplastik : perdarahan kulit atau mukosa dan tanda-tanda infeksi

## 2.5. Pemeriksaan Kadar Hemoglobin

Hal-hal yang harus di perhatikan dalam pemeriksaan kadar hemoglobin antara lain persiapan pasien adalah tidak ada persiapan khusus. Selain itu persiapan sampel juga, sampel darah EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetate*) diperiksa selambatnya 2 jam dan dapat disimpan sampai 24 jam di kulkas dengan suhu 4°C. Anamnesis perlu diperhatikan riwayat perdarahan, obat yang diminum dan tranfusi darah (Hardjoeno, 2003). EDTA berfungsi untuk mengawetkan viabilitas sel darah merah (Strasinger, 2016)

### 2.5.1. Pengambilan darah:

Lokasi pengambilan darah kapiler pada orang dewasa adalah ujung jari atau daun telinga. Lokasi yang dipilih tidak boleh memperlihatkan gangguan peredaran darah seperti cyanosis. Untuk darah vena orang dewasa diambil pada salah satu vena dalam fosse. Baik *syringe* maupun jarum hendaknya dibuang setelah dipakai, tidak disterilkan lagi guna pemakaian ulang (Gandasoebrata, 2011).

Pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan sampel darah utuh dari pungsi vena. Darah vena ditampung ke dalam tanung penampung khusus dengan tutup/hemogard berwarna lembayung muda/lavender yang mengandung aditif K3EDTA(*K3Ethylen Diamine Tetra Acetate*) cair(gelas) atau semprotan bersalut K2EDTA(*K2Ethylen Diamine Tetra Acetate*) dalam wadah plastik(Strasinger, 2016).

## 2.5.2. Metode Pemeriksaan Hemoglobin

### a. Sahli

Cara ini hemoglobin diubah menjadi hematin asam, kemudian warna yang terjadi dibandingkan secara visual dengan standart dalam alat itu . Cara ini kurang baik karena semua macam hemoglobin diubah menjadi hematin asam, misalnya pada karboxyhemoglobin, methhemoglobin, dan sulfhemoglobin(Gandasoebrata, 2010).

### b. Cara Sianmethemoglobin

Hemoglobin darah diubah menjadi *cyanmethemoglobin*(hemoglobin-sianida) dalam larutan yang berisi kalium ferrisianida. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 546 nm. Larutan drabkin yang dipakai pada cara ini mengubah hemoglobin, oksihemoglobin, *methemoglobin* dan karboksihemoglobin menjadi *cyanmethemoglobin*. Cara ini sangat bagus untuk laboratorium rutin dan sangat dianjurkan untuk penetapan kadar hemoglobin dengan teliti karena standart *cyanmethemoglobin* yang ditanggung kadarnya bersifat stabil dan dapat dibeli. Ketelitian cara ini dapat mencapai  $\pm 2\%$ (Gandasoebrata, 2010). Dalam pemeriksaan kadar

hemoglobin metode *cyanmethemoglobin* digunakan photometer 5010 (Gandasoebrata, 2011).

c. Secara Automatik

Reagen yang diperlukan dalam pemeriksaan hemoglobin caraautomatik dengan menggunakan analyzer *Poch i 100* antara lain diluent sebagai larutan pengencer dan sebagai media penghantar, reagen *poch L* yang berisi *Lyse* dapat melisiskan eritrosit, *cellclean* diformulasikan untuk membilas atau mencuci bak dan tabung pengukur serta untuk menetapkan miniskus yang tepat pada tabung pengukur, pembersih *Cell clean* adalah cairan isotonik untuk membersihkan larutan dalam bak.

Pengukuran HGB (hemoglobin) ditentukan oleh metodekolorimetrik dan *non cyanide SLS – Hb method*. *Sodium Lauryl Sulfate ( SLS)* adalah surfatan ionik yang bersifat hidrofobik dan berikatan sangat kuat dengan protein. Terdapat empat tahap reaksi *non cyanide SLS-Hb method*. Setelah sel darah merah mengalami lisis, absorpsi *SLS* pada membran sel darah merah menghasilkan perubahan struktur protein. Tahap kedua adalah perubahan konformasi pada molekul globin. Tahap ketiga yaitu perubahan hemoglobin dari  $Fe_2^+$  menjadi  $Fe^{3+}$  yang di induksi oleh perubahan molekul globin pada tahap sebelumnya. Tahap terakhir adalah terjadinya ikatan antara gugus hidrofil dari *SLS* dengan  $Fe^{3+}$  membentuk kompleks yang stabil.

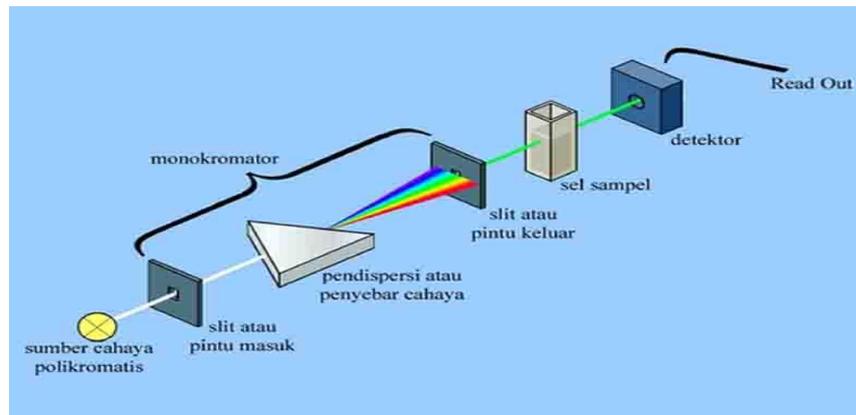
## 2.6. Photometer 5010 V5+ - Robert Riele

Photometer merupakan peralatan dasar di laboratorium klinik untuk mengukur intensitas atau kekuatan cahaya suatu larutan. Sebagian besar laboratorium klinik menggunakan alat ini karena alat ini dapat menentukan kadar suatu bahan di dalam cairan tubuh seperti serum atau plasma (Anonim, 2013). Photometer V5+ Robert Riele merupakan alat semi otomatis yang digunakan untuk pemeriksaan kimia darah di laboratorium klinik. Alat ini dilengkapi roda filter 9 posisi. Kegunaan alat ini antara lain dapat menghitung absorbansi, konsentrasi, kinetika. Alat ini dilengkapi dengan layar sentuh yang berfungsi untuk mengatur tampilan di layar. Pada monitor kita juga dapat melihat kondisi dan error dari alat. Pada program pengukuran yang telah dipilih hasil dari analisa bisa ditampilkan secara langsung. Photometer ini dilengkapi dengan panjang gelombang 340 nm, 405 nm, 492 nm, 546 nm, 578 nm and 623 nm. Alat ini dapat menyimpan sampai dengan 1000 data hasil pasien dan mampu mencetak hasil sampai 24 karakter tiap baris.

Gambar:



Gambar 1: Alat Photometer V5+ Robert Riele (Dikutip: dari internet MedLab Dubai, 2017)



Gambar 2: Prinsip kerja Photometer ( Dikutip: [www.slideshared.com](http://www.slideshared.com) )

### 2.7.Sysmex Poch i 100

Pemeriksaan kadar hemoglobin secara otomatis menggunakan alat analisis sel darah otomatis. Sysmex *Poch i 100 Auto Hematology Analyzer* merupakan alat penganalisis hematologi multi parameter untuk pemeriksaan kuantitatif maksimum 19 parameter dan 3 histogram yang meliputi *WBC* (*White Blood Cell* atau leukosit), sel tengah (monosit,basofil,eosinofil), limfosit, granulosit, persentase limfosit, persentase sel tengah, persentase granulosit, *RBC* (*Red Blood Cell*), *HGB* (*Hemoglobin*), *MCV* (*Mean Cospuscular Volume*), *MCH*(*Mean Cospuscular Hemoglobin*), *MCHC* ( *Mean Cospuscular Hemoglobin Concentration*), *RDW-CV*, *RDW-SD*, *HCT* (*Hematocrit*), *PLT* (*Platelet*).*MPV* (*Mean Platelet Volume*), *PDW* (*Platelet Distribution Width*), *PCT* (*Plateletcrit*), *WBC Histogram* (*White Blood Cell Histogram*), *RBC Histogram* (*Red Blood Cell Histogram*), *PLT Histogram* (*Platelet Histogram*).

Instrumen ini menggunakan metode pengukuran sel yang disebut volumetrik *impedant*. Pada metode ini, larutan elektrolit (*diluent*) yang telah dicampur dengan sel-sel darah dihisap melalui aperture. Pada bilik pengukuran terdapat dua elektrode yang terdiri dari Internal elektrode dan eksternal elektrode yang terletak dekat dengan aperture. Kedua elektrode tersebut dialiri arus listrik yang konstan. Ketika sel-sel darah melalui aperture, hambatan antara kedua elektroda tersebut akan naik sesaat dan terjadi perubahan tegangan yang sangat kecil sesuai dengan nilai tahanannya dan diterima oleh *Detection Circuit*. Kemudian sinyal tegangan tersebut dikuatkan atau diperbesar pada rangkaian *amplifier*, lalu di kirim ke rangkaian elektronik. Pada rangkaian elektronik terdapat rangkaian *Threshold Circuit* yang berfungsi untuk menghilangkan sinyal noise yang diakibatkan oleh gangguan listrik, debu, sisa-sisa cairan dan partikel yang lebih kecil atau lebih besardari sel darah yang diukur.

Nilai puncak didapatkan dengan cara mengirim sinyal ke A/D Converter, kemudian data pada memori untuk setiap nilai maksimum. Data tersebut akan dikoreksi oleh *CPU* dan akan ditampilkan pada layar *LCD*. Jumlah sinyal untuk setiap ukuran sel disimpan pada memori dalam bentuk histogram. Sel *RBC (Red Blood Cell)* dan *PLT (Platelet)* yang dihitung memiliki ukuran yang berbeda sehingga *CPU* dapat membedakan penghitungan untuk setiap jenis sel. Sedangkan ketiga jenis sel *WBC (White Blood Cell)* yang dihitung memiliki sel yang hampir sama sehingga

CPU menggunakan histogram untuk membedakan ketiga populasi ketiga jenis sel *WBC* (*White Blood Cell*) (Anonim, 2014).

Prinsip pengukuran HGB (hemoglobin) menggunakan metode impedant ditentukan oleh metode kolorimetrik dan *non cyanide SLS - Hb method*. *Sodium Lauryl Sulfate* (*SLS*) adalah surfatan aionik yang bersifat hidrofobik dan berikatan sangat kuat dengan protein. Terdapat empat tahap reaksi *non cyanide SLS-Hb method*. Setelah sel darah merah mengalami lisis, absorpsi *SLS* pada membran sel darah merah menghasilkan perubahan struktur protein. Tahap kedua adalah perubahan konformasi pada molekul globin. Tahap ketiga yaitu perubahan hemoglobin dari  $Fe^{2+}$  menjadi  $Fe^{3+}$  yang di induksi oleh perubahan molekul globin pada tahap sebelumnya. Tahap terakhir adalah terjadinya ikatan antara gugus hidrofil dari *SLS* dengan  $Fe^{3+}$  membentuk kompleks yang stabil.

Perhitungan *RBC* (*Red Blood Cell* atau eritrosit) dan *PLT* (*Platelet* atau trombosit) dilakukan dengan metode *Hydrodynamic Focusing DC Detection Method*. Prinsip Metode *DC Detection* adalah ketika sel darah yang tersuspensi dalam larutan elektrolit (*diluent*) melewati aperture, terjadi perubahan tegangan yang sesuai dengan nilai tahanannya dan akan dideteksi sebagai sinyal. Jumlah total sinyal akan memberikan informasi jumlah total sel dan setiap sinyal yang didapat, selanjutnya akan disimpan pada memori dalam bentuk histogram. *Hydrodynamic Focusing method* akan menjaga aliran sel darah yang melewati aperture secara teratur sehingga sel darah akan

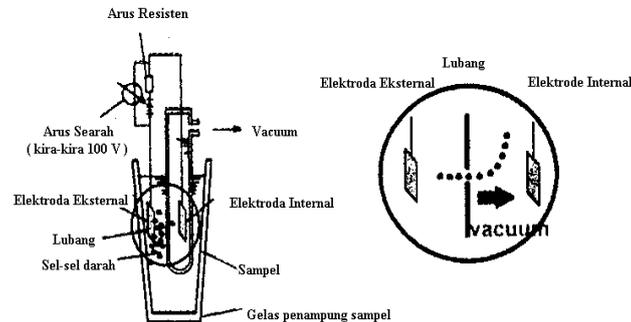
lewat satu persatu dan mencegah sel darah yang melewati aperture secara bergerombol.

Prinsip perhitungan WBC(White Blood Cell atau leukosit) dilakukan dengan metode Hydrodynamic Focusing DC Detection Method. Reagensia yang digunakan dalam teknologi 3 part diff dikenal sebagai reagensia pengencer dan reagensia pelisis. Pada perhitungan WBC, reagensia pelisis akan melisis RBC ( Red Blood Cell atau eritrosit) sehingga diperoleh perhitungan WBC yang akurat karena pada saat yang bersamaan membran WBC tetap dipertahankan dan kestabilan WBC tetap dijaga agar dapat dideteksi. Selanjutnya, algoritma alat akan mengolah data WBC berdasarkan jumlah dan kemudian membedakan WBC menjadi tiga jenis menurut ukuran sel, yaitu limfosit, neutrofil, dan mixed cell yang terdiri dari monosit, eosinofil dan basofil.

Poch i 100 adalah unit tunggal yang meliputi suatu penganalisis spesimen yang berisi perangkat keras untuk aspirasi dilusi dan menganalisis setiap spesimen darah secara keseluruhan serta bagian modul data yang meliputi komputer, monitor, *keyboard*, printer dan *disk drives*.



Gambar 3: Alat hematologi *Analyzer Sysmex Poch i 100* ( Dikutip: dari internet Blog Alat Kesehatan Shop, 2012).



Gambar 4: Prinsip kerja Sysmex Poch i 100 ( Sumber : Katalog sysmex info edisi 1 Januari 2007).

Beberapa kelebihan pemeriksaan hemoglobin pada masing-masing alat antara lain :

1. Alat Photometer V+5 Robert Riele

Biaya pemeriksaan lebih murah, reagen dan alat untuk mengukurnya dapat dikontrol terhadap suatu larutan standard yang stabil.

2. Alat otomatis hematologi analyzer Poch i 100

Dapat menghemat waktu, penggunaan sampel yang lebih sedikit, data segera diperoleh dan hasil pemeriksaan bisa menunjukkan 19 parameter pemeriksaan sekaligus, dapat mengerjakan sampel 25 test per jam (maksimal).

Kekurangan masing-masing alat untuk pemeriksaan hemoglobin dengan antara lain :

- a. Alat otomatis hematologi *analyzerPoch* i 100
  - b. Alat tidak stabil atau alat tidak berfungsi dengan normal karena tegangan listrik yang tidak stabil atau alat tidak bekerja dengan baik karena keadaan alat tidak baik misalnya saja kotor.
  - c. Alat bekerjatidak teliti, tidak tepat dan tidak peka karena alat belum dikalibrasi.
  - d. Pengguna tidakmengikuti petunjuk operasional alat dengan benar.
  - e. Sampel tidak dihomogenkan dengan baik, volume reagen tidak tepat, dan harga alat dan reagen yang mahal.
1. Dengan alat Photometer V5+ Robert Riele
    - a. Pengenceran sampel yang kurang tepat dan pembuatan reagen serta kalibrasi instrumen yang kurang teliti.
    - b. Waktu dalam pemeriksaan lebih lama karena memerlukan inkubasi.

Menurut (Hardjoeno, 2003) Faktor – faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan kadar hemoglobin, adalah :

1. Pra Analitik
  - a. Persiapan sampel tidak tepat, antara lain sampel tidak langsung diperiksa lewat dari 2 jam.
  - b. Sampel yang ditunda tidak disimpan dalam kulkas.
  - c. Penggunaan obat yang di minum dan tranfusi juga mempengaruhi kadar hemoglobin.
  - d. Status gizi dan penyakit kronis.

## 2. Analitik

- a. Tidak melaksanakan prosedur sesuai dengan pedoman yang tersedia.
- b. Penggunaan reagen yang telah kadaluarsa atau karena penyimpanan yang kurang baik.
- c. Alat tidak di kontrol dan di kalibrasi secara rutin.
- d. Ukuran spesimen yang tidak tepat dan spesimen yang tidak homogen.
- e. Penggunaan pipet, mikropipet dan tabung reaksi tidak memenuhi baku mutu.
- f. Arus listrik yang tidak stabil.
- g. Petugas tidak berkompeten dan tidak mahir mengoperasikan alat.
- h. Suhu ruang tidak sejuk dan tidak cukup cahaya.

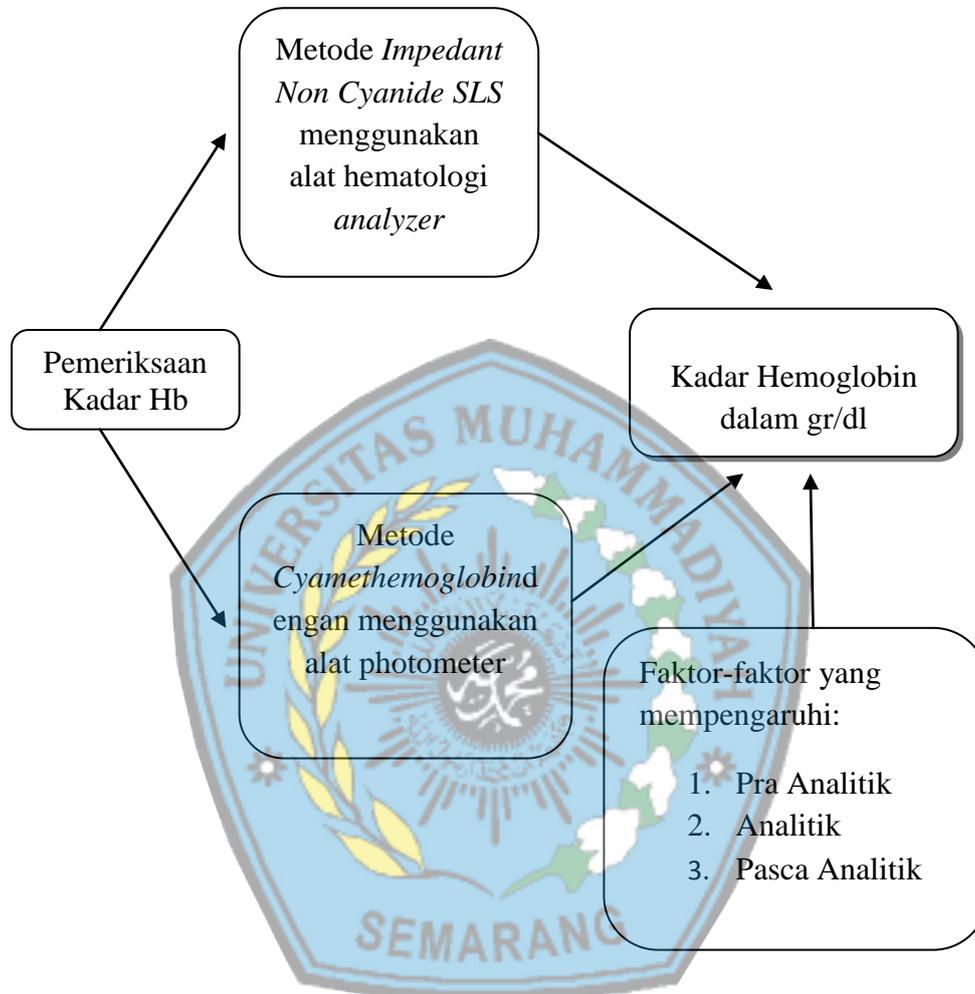
## 3. Pasca Analitik

- a. Interpretasi hasil yang tidak tepat.
- b. Hasil tidak di validasi oleh petugas.



## 2.8. Kerangka Teori dan Kerangka Konsep

### 2.8.1. Kerangka Teori



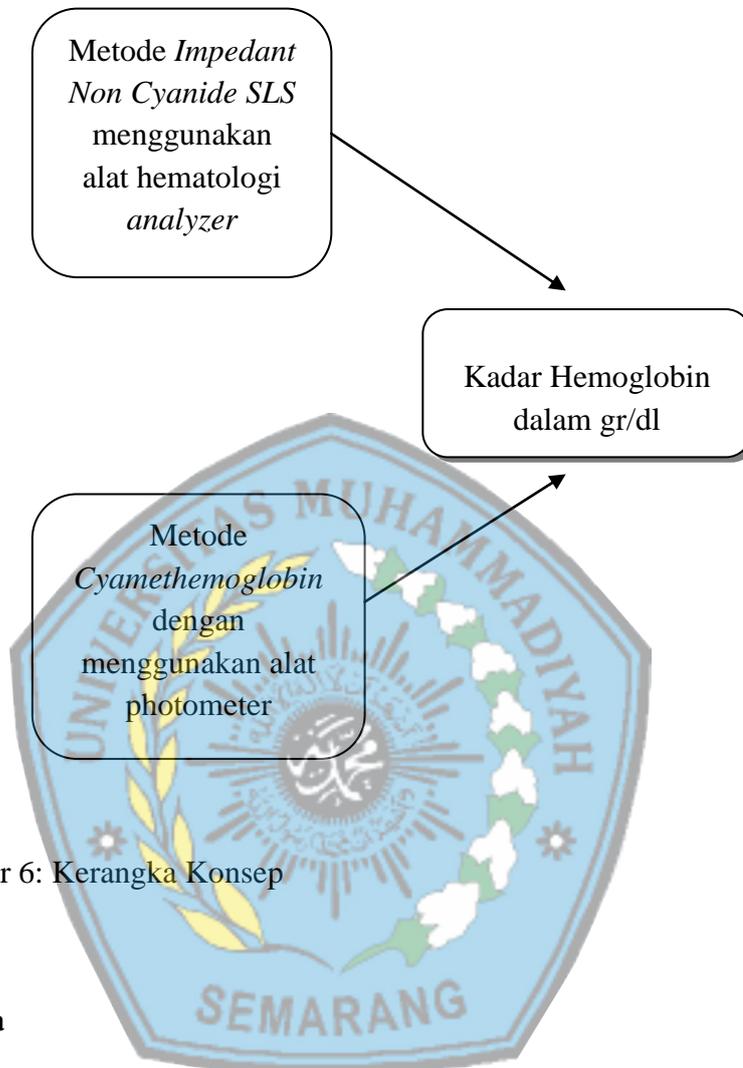
Gambar 5: Kerangka Teori

### 1.8.2. Kerangka Konsep

Secara konseptual, variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat seperti gambar berikut.

Variabel Bebas

Variabel Terikat



Gambar 6: Kerangka Konsep

## 2.9.Hipotesa

Ada perbedaan hasil pemeriksaan hemoglobin dengan alat photometer dan hematologi *analyzer*.