



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGGUNAAN *BACKPROPAGATION* DAN ALGORITMA  
PCA UNTUK PENENTUAN JENIS DEMAM BERBASIS  
KARAKTERISTIK ABSORBANSI DARAH  
PADA RENTANG UV-Vis**

**TESIS**

**DIAS RIMA SUTIONO**

**0706193164**

**PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI BIOMEDIS  
SALEMBA  
JULI 2009**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGGUNAAN *BACKPROPAGATION* DAN ALGORITMA  
PCA UNTUK PENENTUAN JENIS DEMAM BERBASIS  
KARAKTERISTIK ABSORBANSI DARAH  
PADA RENTANG UV-Vis**

**TESIS**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains

**DIAS RIMA SUTIONO**

**0706193164**

**PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI BIOMEDIS  
KEKHUSUSAN INSTRUMENTASI BIOMEDIS DAN  
TEKNOLOGI REHABILITASI  
SALEMBA  
JULI 2009**

Me and my Allah SWT....

Me and my Family....

Me and my BINUS International School Serpong.....

Me and my TBM'S Jenius crazy team.....



All of you inspired me be a person that always want to learn.....

Because Allah SWT always give us chance to explor ourself...

Thank you Allah SWT, my pap and my mom

This is for you.....

*Dias Rima Sutiono*

*18 Juli 2009*

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dias Rima Sutiono

NPM : 0706193164

Tanda Tangan :



Tanggal : 11 Juli 2009


## Halaman Pengesahan

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Dias Rima Sutiono  
NPM : 0706193164  
Program Studi : Teknologi Biomedis  
Judul Tesis : Penggunaan *Backpropagation* dan Algoritma PCA  
untuk Penentuan Jenis Demam Berbasis  
Karakteristik Absorbansi Darah pada Rentang  
UV-Vis

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Teknologi Biomedis, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia.**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : dr. Nurhadi Ibrahim, PhD  
Pembimbing : Prof. Drs. Benyamin Kusumoputro, M.Eng, Dr.Eng  
Penguji : Sastra Kusumawijaya, PhD



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 11 Juli 2009

## Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Penggunaan *Backpropagation* dan Algoritma PCA untuk Penentuan jenis Demam Berbasis Karakteristik Absorbansi Darah Rentang UV-Vis”. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Sains kekhususan Instrumentasi Biomedis dan Teknologi Rehabilitasi Program studi Teknologi Biomedik Program Pascasarjana Universitas Indonesia. penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Prof. Dr. Drs. Benyamin Kusumoputro, MSc dan dr. Nurhadi Ibrahim, PhD, selaku pembimbing, yang selalu bersedia meluangkan waktu, memberikan motivasi dan gagasan yang luar biasa kepada penulis. Prof. Dr. dr. Cholid Badri, Sp.Rad (K) dan DR. Ir. Retno Wigajatri Purnamaningsih, MT, selaku ketua program studi Teknologi Biomedis dan penasehat akademik yang telah memberikan dorongan, semangat serta nasehat. Prof.Dr.Ir. Tresna Priyana Soemardi,SE, M.Sc sebagai ketua sidang yang telah memberikan masukannya. Beserta bapak dan ibu dosen Teknologi Biomedis yang telah membimbing penulis dalam menuntut ilmu selama di program studi Teknologi Biomedis, program Pascasarjana, Universitas Indonesia.

dr. Leonard Nainggolan SpPD-KPTI dan UPT BPP Biomaterial LIPI, yang telah memberikan kesempatan dan izin penelitian serta dr. Anna, dr. Maya, dr. Dewi, dr. Angel, Rika, Ester dan Intan, teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan bantuannya.

Gani MAS, S.T, Sri Yani SPd, dr. Rahmapuspita, dan Sandi Sufiandi, ST, teman-teman dalam satu tim penelitian kekhususan instrumentasi biomedis dan teknologi rehabilitasi dibawah bimbingan dr Nurhadi Ibrahim, PhD, kebersamaan kita adalah keindahan dan kenikmatan dari persahabatan yang insya Alloh tak akan terkikis oleh waktu. Tak lupa pada Bramas, terima kasih banyak atas bantuannya.

Penulis bahagia diberikan kesempatan untuk menuntut ilmu bersama kalian orang-orang cerdas dan tak mudah menyerah.

Ayah dan ibu, serta adik-adikku Dian Rima Sutiono, Muktiono dan Murdiono, Om Luminanto dan Tante Indang yang terkasih. Atas segala kasih sayang, cinta, dorongan moril maupun materil serta doanya yang tak terhingga sepanjang masa.

dr. Farian, dr. Darwopuso, dr. Pryambodo, dr. Irzan, teman-teman program studi Teknologi Biomedis angkatan 2007 dan 2008. Serta Mas Joko yang selalu memberikan dorongan, kebersamaan, keceriaan dan bantuannya yang tak terlupakan.

Ms.Lily Manoharan dan Mr.Rosano Landar, selaku principal dan coordinator BINUS International School Serpong. Maya Angreani, Yustina Dian, Yuly Astrida, Yurike Kusumawardhani, Ngayungningsari, M. Iul Sidik, Oka, Ferawati Sutanto, Wishnu Prasasti dan semua teman-teman staf pengajar BINUS International School Serpong atas dukungan dan bantuannya.

Tanoto foundation yang telah memberikan kesempatan untuk menuntut ilmu pada penulis.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi perkembangan ilmu.

Salemba, 11 Juli 2009

Dias Rima Sutiono

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA  
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dias Rima Sutiono  
NPM : 0706193164  
Program Studi : Teknologi Biomedik  
Fakultas : Program Pascasarjana  
Kekhususan : Teknologi Instrumentasi Biomedis dan Teknologi Rehabilitasi  
Jenis Karya : Tesis

demi perkembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (**Non-Exclusive Royalty- Free Right**) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Penggunaan *Backpropagation* dan Algoritma PCA untuk Penentuan Jenis Demam Berbasis Karakteristik Absorbansi Darah Rentang UV-Vis

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasi tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 11 Juli 2009  
Yang menyatakan

A 6000 Rupiah postage stamp with a signature over it. The stamp features the number '6000' and the text 'REPUBLIK INDONESIA' and 'NEVER PAID TEMPEL'. The signature is written in black ink over the stamp.

.....  
Dias Rima Sutiono



## ABSTRAK

Nama : Dias Rima Sutiono  
Program studi : Teknologi Biomedis  
Judul : Penggunaan *Backpropagation* dan Algoritma PCA untuk Penentuan Demam Berbasis Karakteristik Absorbansi Darah Rentang UV-Vis

Penelitian sebelumnya menunjukkan *Multiwavelength* UV-Vis spektrofotometer pada darah terinfeksi virus membuat perubahan optik dari darah dan mempunyai karakter pola-pola tertentu serta dapat dikenali dengan jaringan saraf tiruan *Backpropagation* dan algoritma PCA. Penyakit infeksi endemik di Indonesia salah satunya disebabkan oleh virus dengue. Penelitian ini, dilakukan pengukuran absorbansi optik darah Demam Dengue (DD), non DD dan orang sehat dengan spektrofotometer UV-Vis 190-1100 nm. Rentang 400-600 nm dengan 21 data input memperlihatkan pola-pola sangat berbeda dibandingkan 190-400 dan 400-1100 nm. Kemudian spektrum absorbansi darah dianalisa menggunakan BP dengan *hidden layer* 20 nilai keberhasilannya mengenali pola DD, non DD dan orang sehat mencapai 27%, sedangkan PCA + BP 20 dan 10 dimensi dengan *hidden layer* 25 nilai keberhasilannya mencapai 60%.

Kata Kunci :  
Demam dengue, Spektrofotometer, *Backpropagation*, Algoritma PCA

xiv+60 hal  
Ref : 26, 1988-2009

## ABSTRACT

Name : Dias Rima Sutiono  
Study Program : Biomedical Engineering  
Title : The Usage of *Backpropagation* and PCA Algorithm to determine the type of fever Based on Characteristics of the UV-Vis range of blood absorbance.

Previous studies showed that multiwavelength uv-vis spectrophotometer in blood virus infection can make changes in optical properties and has character with certain patterns. These patterns are recognized by artificial neural network Backpropagation and algorithm PCA. One of endemic infectious disease in Indonesia is caused by dengue viral infection. In this studies, measurement of the optic absorbance blood from DF, non DF and healthy person by spectrophotometer UV-Vis in 190-1100 nm. Range 400-600 nm with 21 datas input show patterns very differ between DF, non DF and health person compared 190-400 and 400-1100nm. Then blood absorbance spectrum pattern analyzed using BP with layer hidden 20 efficacy value recognize pattern DF, non DF and healthy people reach 27%, while PCA + BP with 20 and 10 dimension having layer hidden 25 efficacy value reaching 60%.

Key Words :  
Dengue Fever, Spectrophotometer, Back propagation, Algoritma PCA

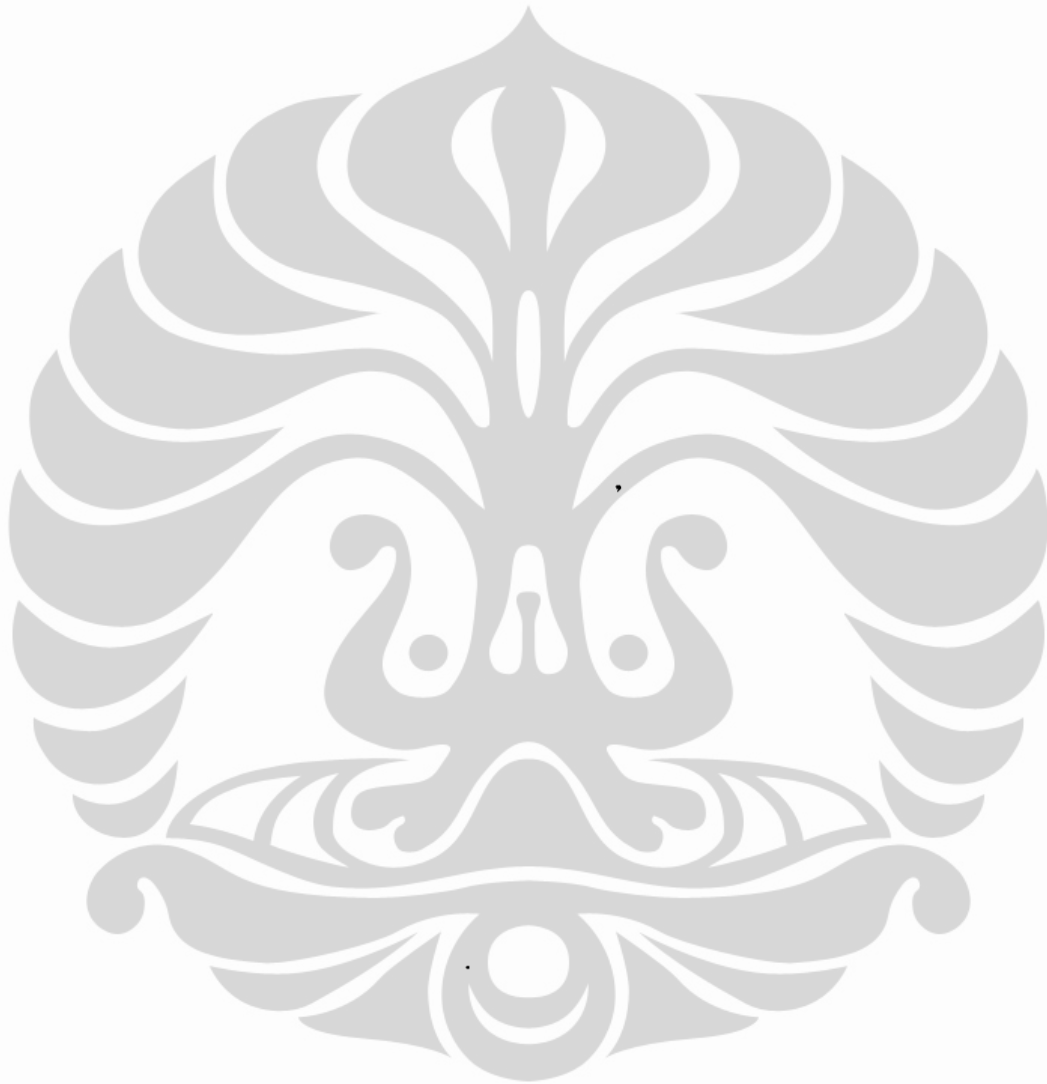
xiv+60 pages  
Ref : 26, 1988-2009

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas .....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah untuk Kepentingan Akademis.....	v
Abstrak .....	vii
Abstract .....	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar .....	xii
<b>BAB 1. Pendahuluan .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan dan Pembatasan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan Umum.....	3
1.3.2 Tujuan Khusus.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Bidang Penelitian .....	3
1.4.2 Bidang Pendidikan .....	3
1.4.3 Bidang pelayanan kesehatan .....	4
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
1.5.1 Bab 1 Pendahuluan.....	4
1.5.2 Bab 2 Preparasi darah dan penggunaan spektrofotometer dengan jaringan saraf tiruan pada demam dengue .....	4
1.5.3 Bab 3 Desain experimental pengambilan sampel darah dan pengukuran absorbansi darah dengan spektrofotometer UV-Vis ....	4
1.5.4 Bab 4 Implementasi data spektrofotometer dan analisa dengan backpropagation dan algoritma PCA .....	5
1.5.5 Bab 5 Kesimpulan dan Saran .....	5

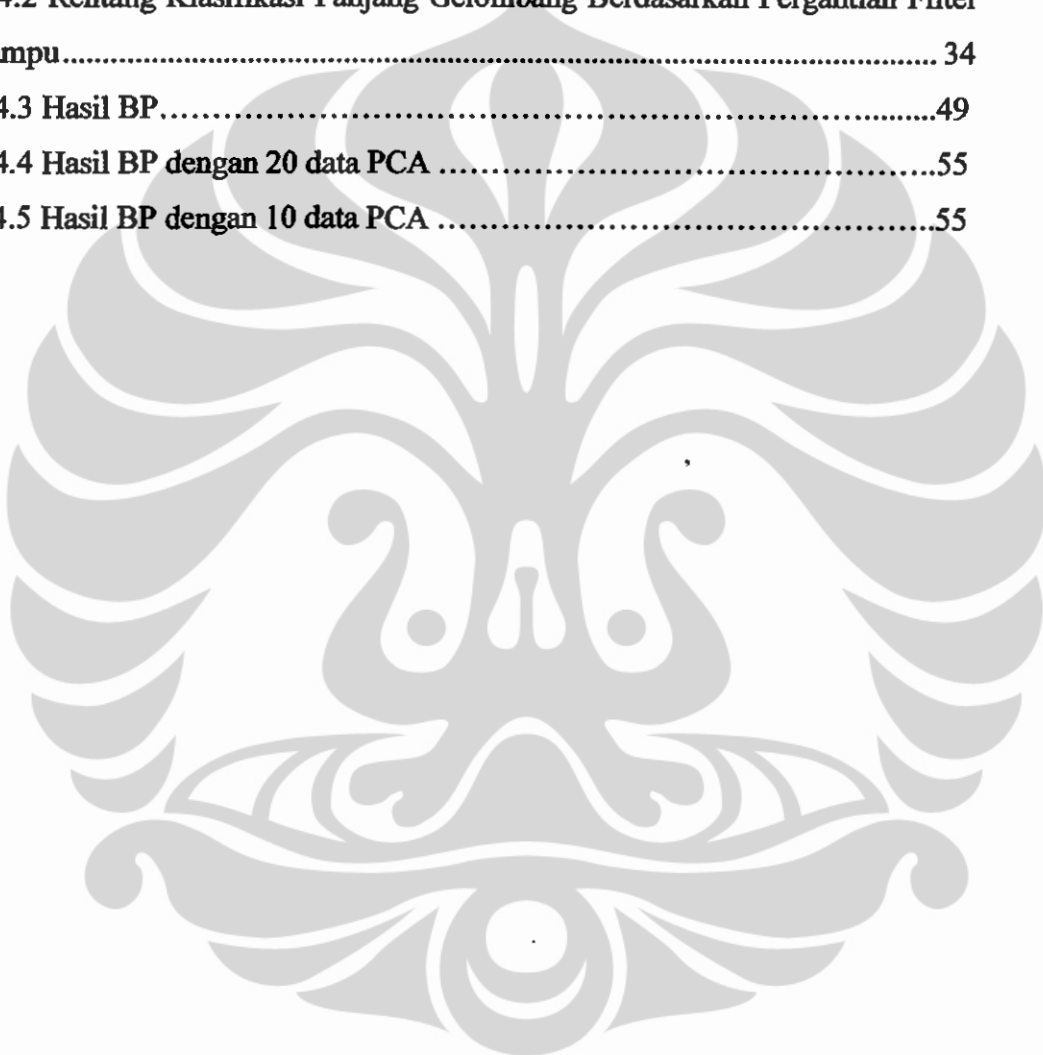
<b>BAB 2. Preparasi darah dan penggunaan spektrofotometer dengan jaringan saraf tiruan pada demam dengue .....</b>	<b>6</b>
2.1 Demam Dengue .....	6
2.2 Absorbansi darah .....	12
2.3 Spektroskopi .....	14
2.3.1 Absorbansi darah dengan spektrofotometer .....	17
2.3.2 Penelitian sebelumnya yang menunjukkan absorbansi darah dengan spektrofotometer .....	19
2.4 Jaringan Saraf Tiruan.....	21
2.5 Kerangka Berpikir .....	24
<b>BAB 3. Desain experimental pengambilan sampel darah dan pengukuran absorbansi darah dengan spektrofotometer UV-Vis .....</b>	<b>25</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.3 Populasi Penelitian.....	25
3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi .....	26
3.4.1 Kriteria inklusi:.....	26
3.4.2 Kriteria eksklusi: .....	26
3.5 Sampel dan Cara Pemilihan Sampel.....	26
3.6 Besar Sampel .....	26
3.7 Alat dan Bahan Penelitian .....	27
3.8 Prosedur Penelitian .....	29
3.9 Alur Penelitian .....	30
3.10 Rencana Pengolahan Data dan Analisis Data.....	30
3.11 Definisi Operasional .....	30
<b>BAB 4. Implementasi Data Spektrofotometer Dan Analisa Dengan BP &amp; Algoritma PCA .....</b>	<b>32</b>
4.1 Deteksi Dengue dengan Dengue Duo (NS1 dan IgG).....	32
4.2 Pengukuran Absorbansi.....	34
4.3 Jaringan Saraf Tiruan.....	44
4.4 Backpropagation.....	45
4.4.1 Algoritma Backpropagation .....	45
4.4.2 Hasil Backpropagation .....	49
4.5 Principal Component Analysis .....	50
4.5.1 Algoritma Principal Component Analysis .....	52
4.5.2 Pengujian .....	54

<b>BAB 5. Kesimpulan dan Saran.....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>57</b>
<b>Daftar Referensi .....</b>	<b>58</b>
<b>Lampiran</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perubahan Laboratorium pada penderita Demam Berdarah Dengue....	10
Tabel 2.2 Perbandingan Pemeriksaan Demam Dengue .....	12
Tabel 4.1 Jumlah Sampel yang Diperoleh.....	32
Tabel 4.2 Rentang Klasifikasi Panjang Gelombang Berdasarkan Pergantian Filter dan Lampu.....	34
Tabel 4.3 Hasil BP.....	49
Tabel 4.4 Hasil BP dengan 20 data PCA .....	55
Tabel 4.5 Hasil BP dengan 10 data PCA .....	55



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Replikasi dan transmisi virus dengue .....	7
Gambar 2.2 Mekanisme hipotesa model cytokine selama demam dengue .....	8
Gambar 2.3 Tiga bagian penting dalam analisis spektrum sel darah merah .....	13
Gambar 2.4 Diagram radiasi elektromagnetik pada wilayah UV VIS dan NIR ...	14
Gambar 2.5 Cara kerja spektrofotometer .....	15
Gambar 2.6 Skema alat biophotonik menggunakan analisis Multi Angle, Multi Wavelength (MAMW) .....	17
Gambar 2.7 Hasil pengukuran dengan menggunakan analisis Multi Angle, Multi Wavelength (MAMW) .....	18
Gambar 2.8 Spektrum UV-Vis darah utuh manusia dan komponennya .....	20
Gambar 2.9 Proses Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan .....	22
Gambar 2.10 Arsitektur Backpropagation .....	23
Gambar 3.1 Spektrofotometer UV-Vis .....	27
Gambar 3.2 Centrifuge .....	27
Gambar 3.3 Alat Uji DPL .....	27
Gambar 3.4 Sampel Darah .....	28
Gambar 3.5 Wing Needle .....	28
Gambar 3.6 Tabung EDTA .....	28
Gambar 3.7 SD Dengue Duo .....	28
Gambar 3.8 Alur Penelitian .....	30
Gambar 3.9 Cara dan interpretasi dengue duo .....	31
Gambar 4.1 Contoh Dengue duo dengan interpretasi DD .....	33
Gambar 4.2 Contoh Dengue Duo dengan interpretasi Non DD .....	33
Gambar 4.3 Absorbansi DD 790-1100 nm.....	35
Gambar 4.4 Absorbansi Non DD 790-1100 nm.....	35
Gambar 4.5 Absorbansi Normal 790-1100 nm.....	36
Gambar 4.6 Absorbansi DD 610-780 nm.....	36
Gambar 4.7 Absorbansi Non DD 610-780 nm.....	37
Gambar 4.8 Absorbansi Normal 610-780 nm.....	37
Gambar 4.9 Absorbansi DD 400 -600 nm.....	38

Gambar 4.10 Absorbansi Non DD 400 -600 nm.....	38
Gambar 4.11 Absorbansi Normal 400 - 600 nm .....	39
Gambar 4.12 Absorbansi normal 190 -690 nm .....	40
Gambar 4.13 Selisih absorbansi 190-690nm.....	40
Gambar 4.14 Absorbansi DD 350 - 390 nm.....	41
Gambar 4.15 Absorbansi non DD 350-390 nm.....	41
Gambar 4.16 Absorbansi normal 350 - 390 nm .....	42
Gambar 4.17 Absorbansi DD 350-390 nm.....	42
Gambar 4.18 Absorbansi non DD 190-340nm.....	43
Gambar 4.19 Absorbansi normal 190-340nm.....	43
Gambar 4.20 Data yang digunakan untuk Jaringan saraf tiruan .....	45
Gambar 4.21 Arsitektur Backpropagation.....	48
Gambar 4.22 Arsitektur Backpropagation + PCA 20 dimensi .....	51
Gambar 4.23 Arsitektur Backpropagation + PCA 10 dimensi .....	51
Gambar 4.24 Data yang digunakan Backpropagation +PCA .....	52
Gambar 4.25 Data hasil algoritma PCA 20Dimensi .....	53
Gambar 4.26 Data output Algoritma PCA 10 Dimensi .....	54



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Demam dengue (DD) merupakan masalah kesehatan yang memiliki angka kematian yang cukup signifikan tiap tahunnya. Infeksi virus ini menular dan berbahaya dapat menimbulkan kematian dalam waktu singkat dan sering menimbulkan wabah. Data Dinas Kesehatan DKI menunjukkan jumlah penderita demam berdarah dengue (DBD) pada bulan Oktober 2008 sebanyak 956 kasus, Nopember 2008 sebanyak 1.051 kasus, Desember 2008 sebanyak 1.777 kasus dan Januari 2009 sebanyak 2.314 kasus, dengan jumlah total sebesar 6.098 kasus (Kompas.com).

DD disebabkan oleh virus dengue yang merupakan anggota genus *Flavivirus* dari family *Flaviviridae*. Terdapat 4 serotipe virus dengue yang disebut DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. Vektor demam dengue yang utama adalah nyamuk *Aedes aegypti*. Gambaran klinis penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus dengue tidak terlalu khas, sehingga dapat menyerupai penyakit flu, demam tifoid, demam chikungunya, leptospirosis, malaria dan berbagai penyakit lain. Manifestasi klinis akibat infeksi virus dengue ini dapat menyebabkan keadaan yang beranekaragam, mulai dari tanpa gejala (asintomatik), demam ringan yang tidak spesifik (*undifferentiated febrile illness*), demam dengue (DD) atau bentuk yang lebih berat yaitu demam berdarah dengue (DBD) dan sindrom syok dengue (SSD) (WHO, 1997).

Pemeriksaan serologis berupa IgM dan IgG antidengue diperlukan untuk membedakan demam yang diakibatkan virus dengue atautkah demam oleh sebab lain (demam tifoid, influenza, malaria, hepatitis dan lain-lain). Pemeriksaan antigen NS1 diperlukan untuk mendeteksi adanya infeksi virus dengue pada fase akut, dimana pada berbagai penelitian menunjukkan bahwa NS1 lebih unggul sensitivitasnya dibandingkan kultur virus dan pemeriksaan PCR maupun antibodi IgM dan IgG antidengue. Spesifisitas antigen NS1 100% sama tingginya seperti pada *gold standard* kultur virus maupun PCR.

Saat ini sudah ada tes yang dapat mendiagnosis DD dalam kurun waktu kurang dari 3 hari yaitu Dengue Duo (NS1 Ag dan NS1 IgG/IgM). Dengue duo mampu mendeteksi infeksi dengue (NS1 Ag) dan antibodi (Ns1 IgG dan IgM). Waktu yang dibutuhkan untuk pemeriksaan adalah 15 – 20 menit dan cara kerjanya relatif sederhana. Namun dengue duo belum tersedia di semua pusat pelayanan kesehatan, dan harganya relatif mahal.

Penyakit merubah morfologi cairan tubuh dan karakteristik komposisinya. Metode dan teknik spektrofotometri, dikenal sebagai “Biophotonics”, dapat digunakan untuk karakterisasi partikel biologis, identifikasi dan deteksi penyakit. Prinsip spektrofotometri adalah perubahan karakterisasi optik berhubungan dengan perubahan ukuran, bentuk, konsentrasi, komposisi kimia dan struktur mikroorganisme. Spektrofotometri dapat mendeteksi perbedaan penyerapan dan penyebaran partikel larutan, dengan menggunakan optik multi dimensi. Hal ini terlihat pada virus dan bakteri yang terdeteksi secara langsung.

Rentang panjang gelombang *Multiwavelength* UV-Vis spektrofotometer pada partikel biologis yang terinfeksi virus dan bakteri, mempunyai karakter dengan pola-pola tertentu. Pola-pola ini dikenali dengan menggunakan jaringan saraf tiruan. Jaringan saraf tiruan dengan metode *Backpropagation* (BP) dan Algoritma *Principal Components Analysis* (PCA) dapat membentuk suatu pola dari data yang diberikan sehingga data yang semula tidak kelihatan memiliki pola tertentu dapat didefinisikan menjadi suatu pola tertentu. Tingkat ketelitian pengambilan keputusanpun lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan statistik.

Dengan demikian, dibutuhkan pendeteksian secara cepat demam dengue. Berdasarkan disertasi Akhisa Nonoyama, 2004 bahwa karakterisasi darah dapat dilakukan dengan menggunakan *Multiwavelength Ultra Violet Visible (UV-Vis)* spektrofotometer, yaitu untuk darah pada rentang gelombang 190-1100 nm. Maka diharapkan, muncul pola-pola karakter optik yang dapat diklasifikasi dengan jaringan saraf tiruan. Sehingga dapat diambil keputusan apakah pola tersebut demam dengue.

## 1.2 Perumusan dan Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan dan dibatasi permasalahan dalam penelitian ini adalah pengenalan pola karakteristik absorbansi darah utuh pada rentang 190 hingga 1100 nm pada pasien demam dengue, demam non dengue dan orang sehat menggunakan jaringan saraf tiruan metode *Backpropagation* (BP) dan Algoritma PCA.

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Pengenalan pola karakteristik absorbansi rentang UV-Vis pada penderita demam dengue, demam nondengue dan orang sehat.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk memperoleh :

- 1) Data spektrum absorbansi darah utuh pada penderita demam dengue.
- 2) Data spektrum absorbansi darah utuh pada penderita demam non dengue.
- 3) Data spektrum absorbansi darah utuh pada orang sehat.
- 4) Pola spektrum optik darah pada penderita demam dengue, demam non dengue dan orang sehat dengan Jaringan Saraf Tiruan metode *Backpropagation* (BP) dan Algoritma PCA.

## 1.4 Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Bidang Penelitian

Penelitian ini dapat dijadikan database tahap awal untuk mengenali pola-pola pada penderita demam dengue, demam nondengue dan orang sehat sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk perancangan alat deteksi demam dengue.

### 1.4.2 Bidang Pendidikan

Penelitian ini diharapkan sebagai sarana untuk melatih cara berpikir dan membuat suatu penelitian berdasarkan metodologi penelitian yang baik dan benar dalam proses pendidikan.

### **1.4.3 Bidang pelayanan kesehatan**

Dengan adanya pengenalan pola-pola demam dengue diharapkan dapat dibuat rancangan alat deteksi dini yang cepat, tepat dan murah untuk mendiagnosis demam dengue.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan ini, meliputi :

### **1.5.1 Bab I Pendahuluan**

Meliputi latar belakang masalah, perumusan dan pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan

### **1.5.2 Bab II Preparasi darah dan Penggunaan Spektrofotometer dengan Jaringan Saraf Tiruan pada demam dengue**

Meliputi Demam Dengue, Spektroskopi, Spektroskopi darah, spektroskopi sel darah merah, Spektroskopi hemoglobin, Jaringan Saraf Tiruan dan Kerangka berpikir.

### **1.5.3 Bab III Desain Experimental pengambilan sampel darah dan pengukuran absorbansi darah dengan spektrofotometer UV-Vis**

Meliputi Rancangan penelitian, Tempat dan Waktu penelitian, Populasi penelitian, Kriteria Inklusi dan Eksklusi, Sampel dan Cara pemilihan sampel, Besar sampel, Alat dan bahan penelitian, Prosedur Penelitian, Alur Penelitian, Rencana pengolahan data, Analisa data, dan Definisi operasional.

#### 1.5.4 Bab IV Implementasi data spektrofotometer dan analisa dengan

##### *Backpropagation* dan Algoritma PCA

Meliputi Deteksi dengue dengan dengue duo (NS1 & IgG), Pengukuran absorbansi, absorbansi 1100 s/d 790 nm, absorbansi 780 s/d 610 nm, absorbansi 600 s/d 400, absorbansi 390 s/d 350, absorbansi 340 s/d 190, Jaringan saraf tiruan, Data input yang digunakan untuk jaringan saraf tiruan, *Backpropagation*, Algoritma *Backpropagation*, Hasil *Backpropagation*, Principal Component Analysis (PCA), Algoritma PCA, Data input PCA 20 dimensi, Data input PCA 10 dimensi, *Backpropagation* dengan data PCA, *Backpropagation* dengan 20 data PCA, dan *Backpropagation* dengan 10 data PCA.

#### 1.5.5 Bab V Kesimpulan dan Saran

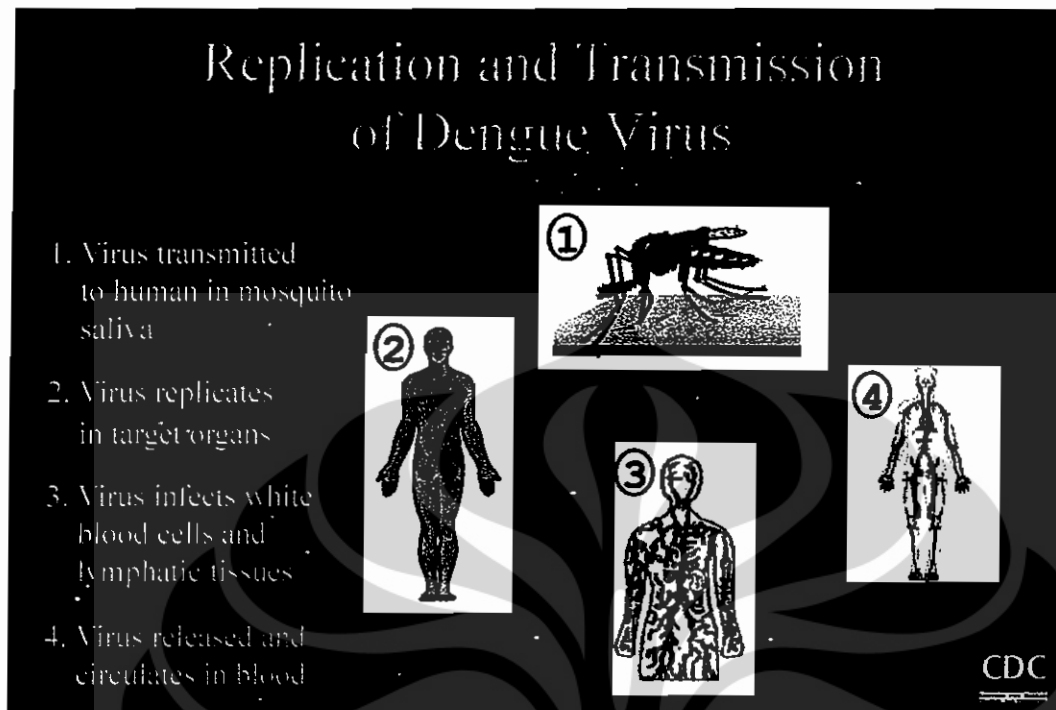
## BAB 2

### PREPARASI DARAH DAN PENGGUNAAN SPEKTROFOTOMETER DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN PADA DEMAM DENGUE

#### 2.1 Demam Dengue

Temperatur tubuh manusia diatur oleh hipotalamus. Hipotalamus memiliki dua bagian yang tiap bagian sama-sama menerima dua jenis sinyal. Sinyal pertama berasal dari saraf perifer yang meneruskan rangsangan dari reseptor panas atau dingin dan sinyal kedua berasal dari temperatur darah dari tiap-tiap bagian tubuh. Dua sinyal ini, terintegrasi dalam pusat termoregulasi hipotalamus untuk mempertahankan temperatur tubuh dalam keadaan normal. Temperatur tubuh dipertahankan normal, walaupun keadaan suhu lingkungan berubah-ubah. Hal ini dikarenakan pusat termoregulator hipotalamus membuat keseimbangan antara produksi panas tubuh dengan pengeluarannya. Berdasarkan penelitian, diketahui bahwa seseorang dewasa normal yang berusia antara 18 – 40 tahun, memiliki temperatur rata-rata antara  $36,8^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ , dengan nilai terendah pada jam 6.00 pagi dan nilai tertinggi pada jam 16.00. Nilai maksimum suhu oral tubuh pada jam 6.00 adalah  $37,2^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada jam 16.00 adalah  $37,7^{\circ}\text{C}$ . Oleh karena itu, nilai temperatur tubuh manusia yang lebih tinggi dari nilai maksimum tersebut, termasuk dalam kategori demam. Zat-zat penyebab demam disebut pirogen. Pirogen eksogen, berasal dari eksternal tubuh, mayoritas merupakan produk dari mikrobiologi, toksin mikrobiologi atau karena mikroorganisme utuh (Kasper, 2005).

Penyakit DBD adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini dapat menyerang semua orang dan dapat mengakibatkan kematian, terutama pada anak serta sering menimbulkan wabah. Manifestasi klinis infeksi virus dengue tergantung dari berbagai faktor yang mempengaruhi daya tahan tubuh penderita. Virus dengue yang menginfeksi manusia dengan perantara nyamuk, didalam tubuh manusia tersebut mengalami replikasi dan transmisi seperti pada gambar 2.1 sebagai berikut :



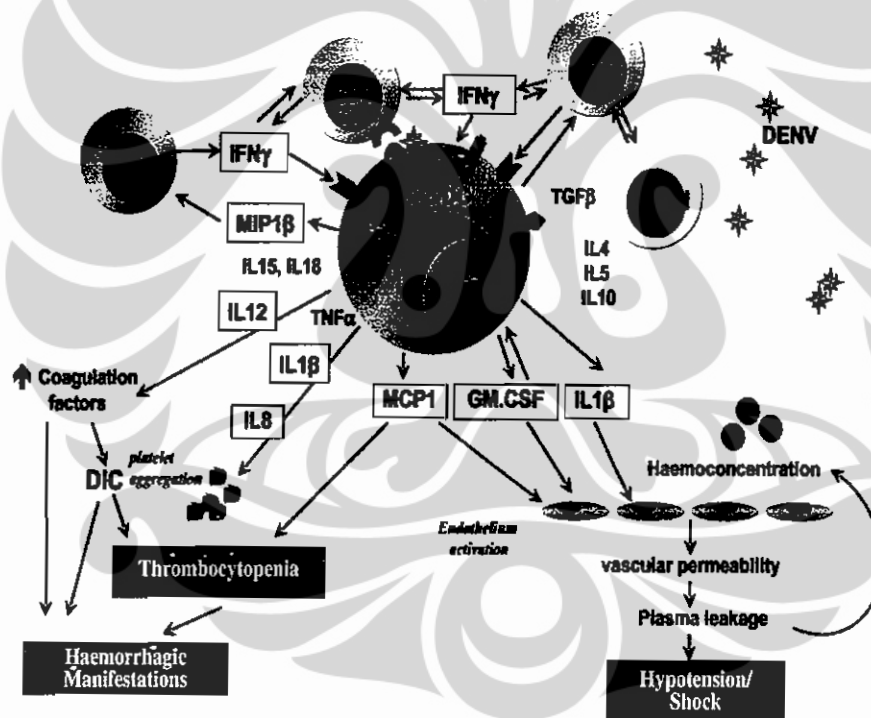
Gambar 2.1 Replikasi dan transmisi Virus Dengue (WHO,2007)

Terdapat berbagai keadaan mulai dari tanpa gejala (asimtomatik), demam ringan yang tidak spesifik (*undifferentiated febrile illness*), DD, DBD dan sindrom syok dengue (SSD). Pada umumnya semua pasien mengalami fase demam selama 2-7 hari, dimana di dalamnya terdapat fase kritis selama 2-3 hari. Pada fase kritis ini suhu turun, dan resiko terjadinya SSD meningkat yang kadang-kadang dapat bersifat fatal apabila tidak mendapatkan pengobatan yang adekuat. Selain itu gejala-gejala yang mungkin timbul pada DD adalah nyeri kepala, nyeri retro orbital (nyeri di daerah belakang mata), mialgia (nyeri pada otot), dan artralgia (nyeri persendian). Dalam DBD gejala tersebut ditambah dengan adanya uji torniquet (uji bendung) yang positif, kemudian jika terjadi perdarahan spontan, maka derajat DBD meningkat menjadi derajat II. Sedangkan derajatnya meningkat menjadi III apabila disertai kegagalan sirkulasi, dan derajat IV bila terjadi syok.

Terbentuknya kompleks antigen-antibodi antara antogen virus dengue dengan antibodi selain menyebabkan proses terjadinya trombositopenia juga akan mengaktifkan sistem koagulasi secara kaskade. Pengaktifan sistem koagulasi ini menyebabkan adanya peningkatan permeabilitas kapiler dan adanya fibrinolisis.

Aktivasi sistem koagulasi dan fibrinolisis yang berkepanjangan berakibat menurunnya berbagai faktor koagulasi seperti fibrinogen II, V, VII, VIII, IX dan X serta plasminogen. Keadaan ini menyebabkan dan memperberat perdarahan pada pasien DBD, ditambah lagi dengan adanya trombositopenia. Secara klinis dapat dijumpai gejala perdarahan berat sebagai akibat trombositopenia berat, masa perdarahan dan masa protrombin yang memanjang, penurunan kadar faktor pembekuan II, V, VII, IX, X bersama dengan hipofibrinogenemia dan peningkatan produk pemecahan fibrin.

Proses patofisiologi yang telah dijelaskan diatas, terjadi pula proses patogenesis. Patogenesis demam dengue berdasarkan teori mediator seperti pada gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 2.2 Mekanisme hipotesa model cytokine selama demam dengue  
(Takehiro,2007)

Teori mediator, di mana makrofag yang terinfeksi virus dengue akan melepaskan berbagai mediator seperti interferon, IL-1, IL-6, IL-12, TNF dan lain-lain. Diperkirakan mediator dan endotoksin bertanggung jawab atas terjadinya syok septik, demam dan peningkatan permeabilitas kapiler. Dalam mekanisme



hipotesa model cytokine selama demam dengue, dijelaskan bahwa MIP-1 $\beta$  akan terkait dengan jalur proteksi chemoattractive dan aktivasi pada NK cell, yang akhirnya efisien untuk pembersihan sel dari virus tersebut oleh produksi cytokine antiviral dan aktivitas cytotoxic pada sel yang terinfeksi. IFN- $\gamma$  memiliki efek merusak hospes dalam aktivasi sel T untuk aktivasi virus antigen cross-reaction dan aktivasi sel monocyte / denritic. IFN -  $\gamma$  dan GM-CSF dapat mengaktivasi monocytes mononuclear yang pada akhirnya menghasilkan beberapa faktor seperti IL-1 $\beta$  dan MCP-1 yang dapat mempengaruhi permeabilitas vascular dan kebocoran plasma serta perdarahan. Seperti yang diusulkan oleh penulis lain, ada kemungkinan bahwa prose virus direplikasi di dalam sel presentasi antigen, pergerakan dan sirkulasi cytokine, dan aktivasi sel T merupakan proses yang tidak linear, tetapi dalam interaksi jaringan yang kompleks, dengan masukan positif dan negatif, di mana pembersihan virus dan pathologic berlangsung, seperti peningkatan permeabilitas vascular dan kebocoran plasma (Takehiro, 2007).

Patofisiologi dan patogenesis yang terjadi pada demam dengue, menyebabkan hematokrit meningkat pada hari ketiga (>20%) dan terus meningkat sesuai dengan perjalanan penyakit. Kasus berat yang terjadi perdarahan, hematokrit tidak meningkat bahkan menurun, sedangkan hemoglobin pada hari-hari pertama dapat normal atau sedikit menurun. Kemudian hemoglobin akan naik mengikuti hematokrit, sehingga merupakan kelainan paling awal yang dapat ditemukan. Pada leukosit, terjadi leukopenia ringan – leukositosis sedang. Leukopenia terjadi pada hari ke-1 sampai ke-3. Hitung jenis normal pada hari ke-3 sampai ke-8, kecuali granulosit menurun pada hari ke-3 sampai ke-8. Pada keadaan syok berat terjadi leukositosis dan neutropenia absolut. Limfosit bertransformasi atau atipik (20-50%) akan terlihat pada hari ke-3.

Penurunan jumlah trombosit (trombositopenia) pada umumnya terjadi sebelum ada peningkatan hematokrit dan sebelum suhu turun. Dikatakan trombositopenia bila jumlah trombosit di bawah 100.000/ $\mu$ l biasanya dijumpai antara hari sakit ke-3 sampai ke-7. Apabila diperlukan, pemeriksaan trombosit perlu diulangi setiap hari sampai suhu turun. Terjadinya trombositopenia disebabkan karena banyaknya trombosit yang melekat pada sel-sel endotel yang terinfeksi virus dengue.

Tabel 2.1. Perubahan Laboratorium Pada Penderita Demam Berdarah  
Dengue(Nelwan,2001)

Hari Demam	Jenis Pemeriksaan	Catatan Khusus
1-2	<b>Hematologi</b> • Hemoglobin (Hb) • Hematokrit (Ht) • Hitung Leukosit	Biasanya normal
3	<b>Hematologi</b> • Hemoglobin (Hb) • Hematokrit (Ht) • Hitung Leukosit • Hitung trombosit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hb meningkat</li> <li>• Hemokonsentrasi (peningkatan Ht (<math>\geq 20\%</math>))</li> <li>• Leukopenia</li> <li>• Limfositosis relatif (<math>&gt; 45\%</math> dari Total leuko)</li> <li>• Limfosit Plasma biru (<math>&gt;15\%</math> dari total leukosit atau <math>4\%</math> dari total limfosit)</li> <li>• Trombositopenia (<math>&lt;100.000/\mu\text{L}</math>) atau penurunan serial</li> </ul>
4-7	<b>Hematologi</b> • Hb • Ht • Hitung leukosit • Hitung trombosit • Hapusan darah tepi • PT, APTT, D-dimer / Fibrin monomer, fibrinogen  <b>Imunoserologi</b> Anti Dengue IgM, IgG  Uji HI <b>KIMIA</b>	<p>Bila dicurigai terjadi perdarahan, waspadai DIC (PT<math>&gt;</math>, APTT<math>&gt;</math> D-dimer +, atau Fibrin Monomer +, Fibrinogen <math>&lt;</math>)</p> <p>Peningkatan IgM atau IgG: IgM+, IgG- Infeksi primer IgM+, IgG+ Infeksi sekunder IgM-, IgG+ Riwayat terpapar / dugaan infeksi sekunder IgM-, IgG- Bukan Flavivirus, ulang 3-5 hari bila curiga</p> <p>1:2560 infeksi sekunder flavivirus</p> <p>SGOT/SGPT, albumin</p>
8-10	<b>Hematologi</b> Hb Ht Hitung leukosit Hitung Trombosit Hapus darah tepi	Normal pada fase penyembuhan
11-12	<b>Imunoserologi</b> Uji HI	<p>Peningkatan titer <math>&gt; 4x</math></p> <p><math>\geq 1:1280</math> infeksi flavivirus akut primer <math>\leq 1: 2560</math> infeksi flavivirus akut sekunder</p>

Pemeriksaan diagnostik pasti, didapatkan dari hasil isolasi virus dengue (kultur swab) ataupun deteksi antigen virus spesifik RNA dengue dengan teknik RT-PCR. Namun uji yang sering dilakukan pada saat ini adalah uji yang non spesifik yaitu uji serologi, dengan mendeteksi antibodi spesifik terhadap dengue berupa antibodi total IgM maupun IgG. Uji serologi ini dapat menghasilkan *false positif* terhadap flavivirus.

Pemeriksaan serologis berupa IgM dan IgG antidengue diperlukan untuk membedakan demam yang diakibatkan virus dengue ataukah demam oleh sebab lain (demam tifoid, influenza, malaria, hepatitis dan lain-lain). Saat ini sudah ada tes yang dapat mendiagnosis DBD dalam waktu demam 8 jam pertama yaitu antigen virus dengue yang disebut dengan antigen NS1. Keuntungan mendeteksi antigen NS1 yaitu untuk mengetahui adanya infeksi dengue pada penderita tersebut pada fase awal demam, tanpa perlu menunggu terbentuknya antibodi.

Pemeriksaan IgM dan IgG antidengue tetap diperlukan untuk membedakan infeksi primer atau infeksi sekunder. Hal ini penting untuk penatalaksanaan manajemen terapi di samping epidemiologi, karena pada infeksi sekunder keadaan dapat menjadi lebih berat (DBD/SSD= Sindrom Syok Dengue).

Pemeriksaan antigen NS1 diperlukan untuk mendeteksi adanya infeksi virus dengue pada fase akut, dimana pada berbagai penelitian menunjukkan bahwa NS1 lebih unggul sensitivitasnya dibandingkan kultur virus dan pemeriksaan PCR maupun antibodi IgM dan IgG antidengue. Spesifisitas antigen NS1 100% sama tingginya seperti pada *gold standard* kultur virus maupun PCR.

Pemeriksaan tersebut bila dilakukan perbandingan berdasarkan jenis pemeriksaan, apa yang dilakukan dalam pemeriksaan, lamanya pemeriksaan dan pada hari demam ke berapa dilakukan pemeriksaan, serta harga yang dikenakan untuk sekali pemeriksaan seperti yang dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini. Maka dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan yang telah ada, walaupun tergolong relatif cepat namun tetap saja harga yang dikenakan pada pasien mahal dan tak terjangkau bagi golongan masyarakat menengah ke bawah:

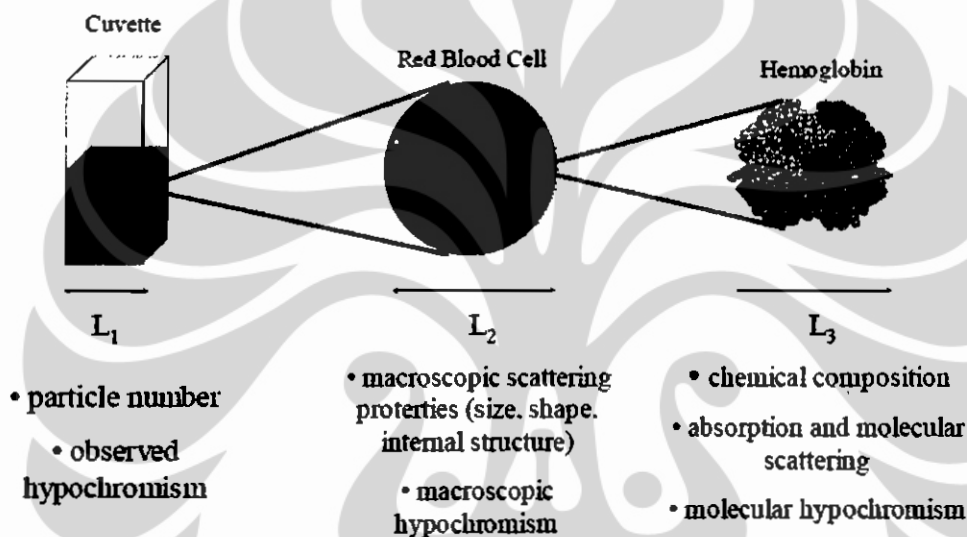
Tabel 2.2 Perbandingan Pemeriksaan Demam Dengue

Jenis Pemeriksaan DD	Deskripsi Pemeriksaan DD	Lama Pemeriksaan DD dan Hari Demam ke-dilakukan pemeriksaan	Harga Pemeriksaan DD di Pelayanan Kesehatan
Kultur dan isolasi virus dengan RT-PCR	Pemeriksaan diagnostik pasti, didapatkan dari hasil isolasi virus dengue (kultur swel) ataupun deteksi antigen virus spesifik RNA dengue dengan teknik RT-PCR	48 Jam Hari ke-3-4 demam	> Rp.500.000/sekali pemeriksaan
Uji serologi IgG dan IgM	Mendeteksi antibodi spesifik terhadap dengue berupa antibodi total IgM maupun IgG. Uji serologi ini dapat menghasilkan <i>false</i> positif terhadap flavivirus.	24 Jam Hari ke-3 -4 demam	> Rp.150.000/sekali pemeriksaan
Uji hematologi	Pemeriksaan Hemoglobin (Hb), Hematokrit (Ht), Hitung Leukosit, Trombosit dan Hapusan Darah Tepi	45 Menit Hari ke-3 demam	> Rp. 100.000/sekali pemeriksaan
NS1	Pemeriksaan NS1 menggunakan Dengue NS1 antigen untuk mendeteksi secara cepat virus dengue pada pasien Demam dengue. Dengue NS1 antigen merupakan glycoprotein yang sangat penting bagi virus Dengue. Sehingga Dengue NS1 antigen ini dapat digunakan sebagai marker adanya virus dengue pada tersangka demam dengue	15-20 Menit Hari ke-1 demam	> Rp. 300.000/sekali pemeriksaan

## 2.2 Absorbansi Darah

Penegakkan diagnosa demam dengue dari teknik yang paling sederhana sampai dengan teknik yang canggih, sampel yang diambil adalah darah. Darah terdiri dari plasma, sel darah merah, sel darah putih dan trombosit (Lauralee Sherwood, 2001). Protein plasma terdiri dari albumin (60 % dari total protein plasma), fibrinogen (4 %) dan globulin (36%). Darah merupakan jaringan yang sangat kompleks dan belum dapat dipahami secara penuh kandungan protein yang melaksanakan dan kemampuan khusus lain dalam memelihara homeostasis (Iuliana Motrescu dkk, 2006).

Penyerapan optik merupakan metode klasik untuk mengetahui kandungan protein yang terdapat dalam jaringan dengan pengukuran panjang gelombang penyerapannya. Spektrum UV berisi informasi penyebaran dan penyerapan suatu partikel yang dibuktikan pada penelitian Nanoyama tahun 2004, mengenai pengkarakterisasian panjang gelombang terhadap sel darah merah. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sel darah merah memiliki tingkat absorbansi yang sangat tinggi karena memiliki hipokrom yang cukup tinggi, terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.3. Tiga bagian penting dalam analisis spectrum sel darah merah (Nanoyama, 2004)

Informasi ini dapat digunakan untuk menginterpretasikan spektrum yang berkaitan dengan ukuran partikel, bentuk dan komposisi kimia yang dikandungnya. Plasma darah mempunyai penyerapan yang kuat pada UV, hal ini ada kaitannya dengan banyak penemuan protein dalam plasma darah (Narayahan, S., L. Galloway, A. Nanoyama, G.F. Leparc, L-H. Garcia Rubio, R.L. Potter, 2002).

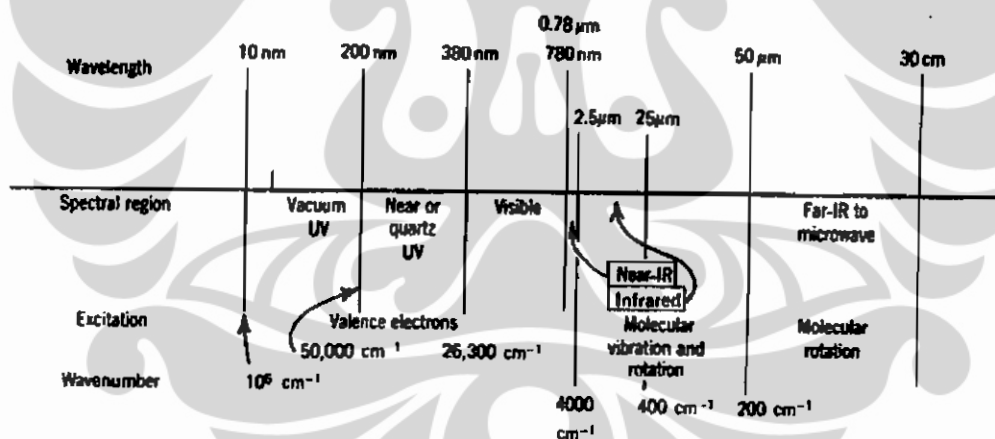
Absorbansi darah akibat perubahan fisik dan kimia yang terjadi pada darah merupakan konsekuensi aktifitas mikrobiologi yang digunakan sebagai indikator kuantitatif akan hadirnya mikroorganisme dalam darah. Perubahan karakteristik

fisik dan kimia darah akibat adanya mikroorganisme dan mengeksplor kemungkinan-kemungkinan dalam sistem spektrofotometer untuk mendeteksi patogen (Smith, 2008)

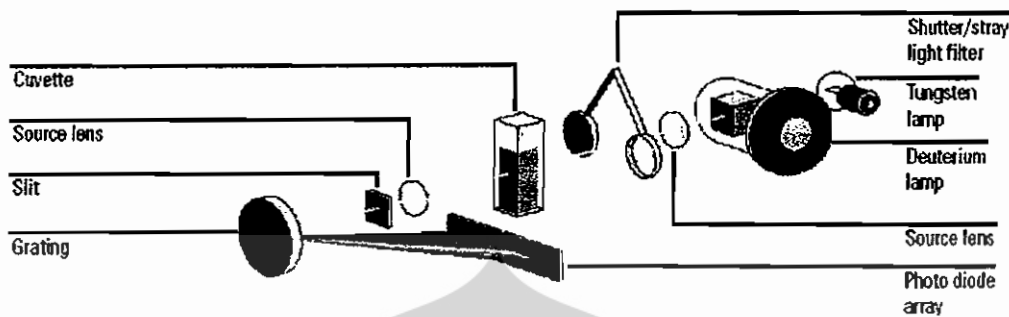
### 2.3 SPEKTROSKOPI

Spektrofotometer *UV-Visible* merupakan instrumentasi analisis yang kompleks. Alat ini banyak bermanfaat untuk penentuan konsentrasi senyawa-senyawa yang dapat menyerap radiasi pada daerah ultraviolet dengan panjang gelombang 200-400 nm atau daerah sinar tampak pada panjang gelombang 400-800 nm (Sastrohamidjojo, H, 1991). Analisis ini dapat digunakan yakni dengan penentuan absorbansi dari larutan sampel yang diukur.

Pada penelitian Nanoyama 2004, hanya terkonsentrasi pada pada panjang gelombang UV VIS. Panjang gelombang tersebut dianggap berpotensi secara significant mengkarakterisasi eritrosit.



Gambar 2.4. Diagram Radiasi Elektromagnetik Pada Wilayah UV VIS dan Dekat Infra Merah (Nanoyama,2004)



Gambar 2.5. Cara Kerja Spektrofotometer (Nanoyama,2004)

Penelitian Nanoyama menggunakan spektrofotometer dengan hanya satu cuffet, sedangkan spektrofotometer yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan 2 cuffet. Spektrofotometer tersebut memiliki cara kerja sebagai berikut :

Sinar datang dari kisi difraksi dan celah akan mengenai lempeng putar dan satu dari tiga hal berikut dapat terjadi.

1. Jika sinar mengenai bagian transparan, sinar akan mengarah langsung dan melewati sel yang mengandung sampel. Kemudian dipantulkan oleh cermin ke lempeng putar kedua. Lempeng ini berputar ketika sinar datang dari lempeng yang pertama, sinar akan mengenai bagian cermin lempeng kedua, lalu memantulkannya ke detektor.
2. Jika berkas asli sinar dari celah mengenai bagian cermin lempeng putar pertama, berkas akan dipantulkan sepanjang jalur hijau. Setelah cermin, sinar melewati cuffet sebagai sampel. Akhirnya sinar mencapai lempeng kedua yang berputar, sehingga sinar mengenai bagian transparan. Selanjutnya akan melewati detektor.
3. Jika sinar mengenai bagian hitam lempeng pertama, sinar akan dihalangi dan untuk sesaat tidak ada sinar yang melewati spektrometer. Komputer akan memproses arus yang dihasilkan oleh detektor karena tidak ada sinar yang masuk.

Kemudian spektrofotometer yang digunakan memiliki dua cuffet yaitu cuffet sampel dan cuffet referensi. Keduanya adalah berupa wadah gelas atau kuarsa

kecil, sering juga dibuat sedemikian rupa sehingga jarak yang dilalui berkas sinar adalah 1 cm. Cuffet sampel berisi larutan materi yang akan diuji biasanya sangat encer. Pelarut dipilih yang tidak menyerap sinar secara signifikan pada daerah panjang gelombang yang digunakan (200 – 800 nm). Cuffet referensi hanya berisi pelarut murni.

Spektrofotometer juga dihubungkan dengan detektor dan komputer. Detektor mengubah sinar yang masuk menjadi arus listrik. Arus lebih tinggi jika intensitas sinarnya lebih tinggi. Untuk tiap panjang gelombang sinar yang melewati spektrometer, intensitas sinar yang melewati sel referens dihitung. Biasanya disimbolkan sebagai  $I_0$  – dengan  $I$  adalah intensitas. Intensitas sinar yang melewati Cuffet sampel juga dihitung untuk panjang gelombang tersebut disimbolkan,  $I$ . Jika  $I$  lebih kecil dari  $I_0$ , berarti sampel menyerap sejumlah sinar. Suatu matematika sederhana yang dikerjakan oleh komputer untuk mengubahnya menjadi apa yang dinamakan absorbansi sampel disimbolkan,  $A$ .

$$A = -\log T = -\log I_t / I_0 = \epsilon \cdot b \cdot C$$

Dimana :  $A$  = Absorbansi dari sampel darah yang akan diukur

$T$	= Transmittansi
$I_0$	= Intensitas sinar masuk
$I_t$	= Intensitas sinar yang diteruskan
$\epsilon$	= Koefisien ekstingsi
$b$	= Tebal cuffet yang digunakan
$C$	= Konsentrasi dari sampel

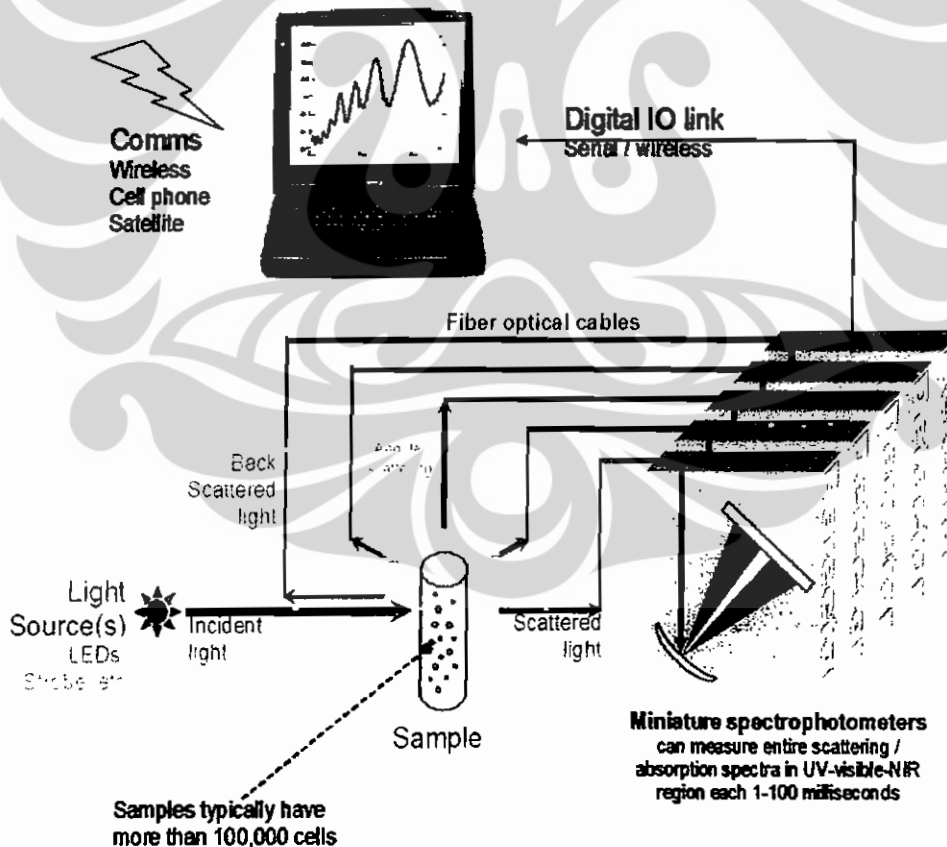
Pada diagram anda akan mendapatkan absorbansi berkisar dari 0 sampai 1, tetapi dapat lebih tinggi dari itu. Absorbansi 0 pada suatu panjang gelombang artinya bahwa tidak ada sinar yang diserap pada panjang gelombang tersebut. Intensitas berkas sampel dan referens sama, sehingga perbandingan  $I_0/I$  adalah 1.  $\log_{10}$  dari 1 adalah nol. Absorbansi 1 terjadi jika 90% sinar pada panjang gelombang yang ada diserap berarti 10% sinar tidak diserap. Pada kasus ini,  $I_0/I$  adalah  $100/10 (=10)$  dan  $\log_{10}$  dari 10 adalah 1. Hasil yang didapatkan direkam oleh perekam grafik berupa plot antara absorbansi dengan panjang gelombang.



### 2.3.1 Absorbansi Darah dengan Spektrofotometer

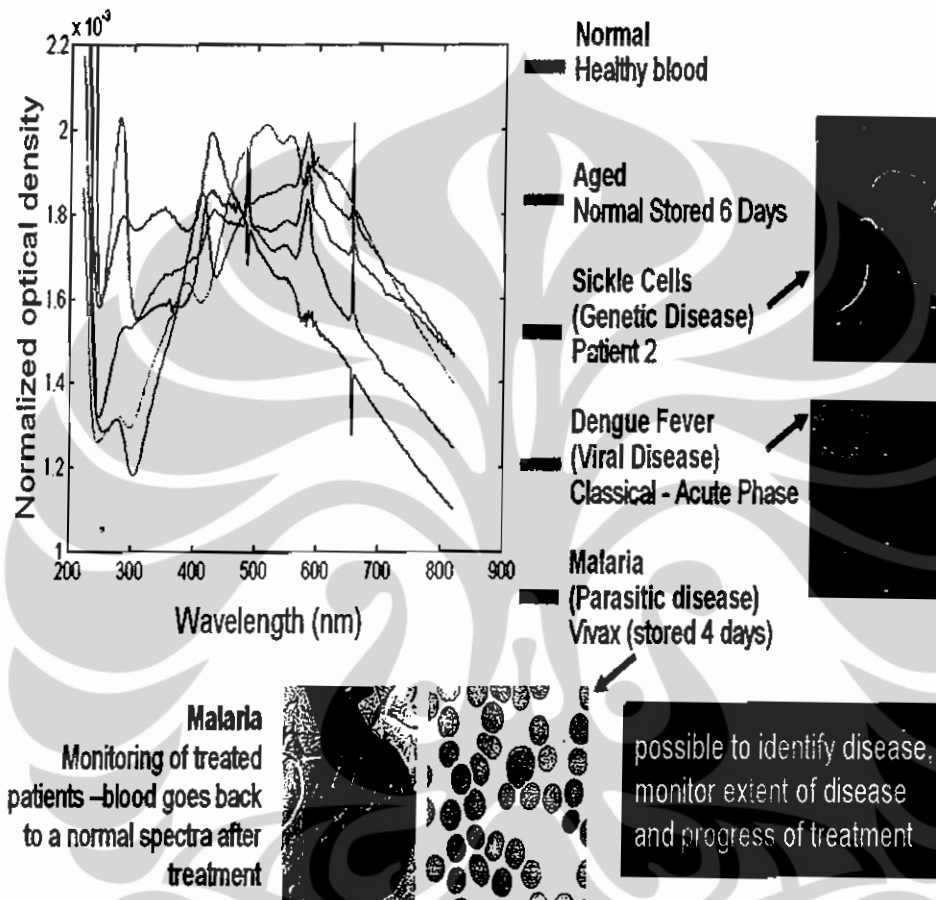
Darah merupakan suatu cairan biologis terpenting yang berhubungan dengan gambaran klinis. Sel darah merah menyusun kira-kira 99% sifat optik dari semua komponen darah, sehingga merupakan kontributor utama dalam spektrum optikal. Lebih lanjut dalam kenyataan hemoglobin merupakan pembawa warna yang kuat. Sel-sel seperti darah putih dan trombosit secara spektrum tidak terlihat, namun karena kepekaan dari spektroskopi UV-Vis, perubahan-perubahan dari sel darah putih dan trombosit juga dapat terdeteksi. Plasma yang memiliki jumlah 55% dari volume darah utuh, akan memberikan kontribusi penyerapan terhadap rentang UV dikarenakan oleh muatan proteinnya (Nanoyama A, 2004).

Sebuah teknologi mulai dikembangkan oleh perusahaan Claro dalam pengkarakterisasian darah pada beberapa penyakit tertentu dengan menggunakan analisis Multi-Angle, Multi-Wavelength (MAMW).



Gambar 2.6 Skema Alat Biophotonik Menggunakan Analisis *Multi Angle, Multi Wavelength* (MAMW)(Claro Scientific, 2009)

Maka didapatkan hasil bahwa darah normal, membawa variasi anomali diantaranya adalah penyakit genetik (darah bulan sabit), penyakit viral (demam dengue), dan penyakit parasit (malaria).



Gambar 2.7. Hasil pengukuran dengan menggunakan analisis *multi angle*, *multi wavelength* (MAMW)(Claro Scientific, 2009)

Fenomena absorbansi darah dengan spektrofotometer dapat terjadi akibat suatu proses yaitu ketika sebuah foton diabsorpsi oleh sebuah atom pada darah, maka atom tersebut akan mengeksitasi sebuah elektron dan memindahkannya ke tingkat energi yang lebih tinggi. Bila energi itu cukup besar, sehingga elektron itu dapat berpindah ke tingkat energi yang paling tinggi, maka elektron tersebut dapat melepaskan diri dari gaya tarik positif inti atom itu dan bahkan mungkin dapat terbebaskan dari ikatan dengan atom dalam suatu proses yang disebut sebagai

fotoionisasi. Sebaliknya, bila elektron tersebut turun ke tingkat energi yang lebih rendah, maka ia akan melepaskan suatu foton cahaya yang energinya sama dengan perbedaan tingkat energinya. Karena tingkat energi elektron elektron pada atom bersifat diskret, maka setiap elemen dapat mengemisikan atau mengabsorpsi foton sesuai dengan karakteristik frekuensinya masing masing. Fenomena yang ditunjukkan oleh efek ini menjelaskan tentang peristiwa absorpsi sebagian atau beberapa bagian dari spektrum cahaya oleh materi. Bila terdapat pita pita gelap dalam spektrum maka hal itu disebabkan oleh atom atom dari darah yang berinteraksi dengan foton menyerap frekuensi cahaya yang berbeda-beda. Komposisi dari medium yang absorpsi dilewati oleh cahaya akan menentukan sifat dari spektrum absorpsi.

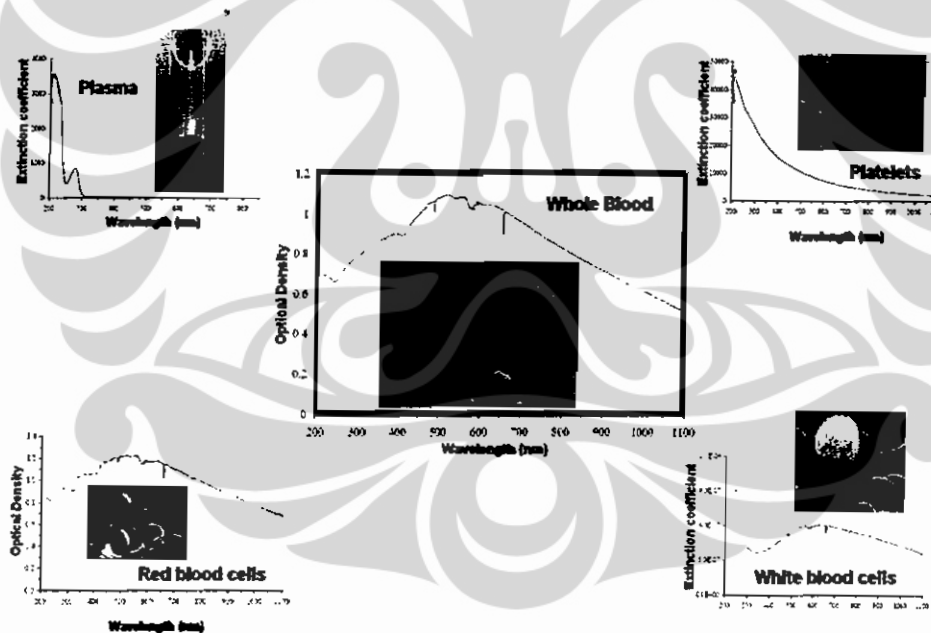
### **2.3.2 Penelitian sebelumnya yang menunjukkan Absorbansi darah dengan Spektrofotometer**

Penelitian yang telah dilakukan Nanoyama pada tahun 2004, menunjukkan bahwa sel darah merah memiliki sifat optik yang spesifik, disebabkan beberapa faktor yaitu sel darah merah yang mengandung hemoglobin dengan *chromophore* kuat, adanya suspensi yang tidak menyerupai sel jaringan yang dapat dilemahkan dengan hamburan (*scattering*), dapat diisolasi relatif sesuai dengan kepadatannya, dan terlihat adanya struktur internal yang kompleks. Pada hemoglobin terdapat dua turunan hemoglobin yang sudah kita kenal oxyhemoglobin dan methemoglobin. Oxyhemoglobin terkarakterisasi pada rentang gelombang 270, 337, 417, 547, dan 575 nm. Methemoglobin memperlihatkan karakterisasi penyerapan yang kuat pada panjang gelombang sekitar 400 nm yang berdekatan dengan puncak oxyhemoglobin sebesar 417 nm. Methemoglobin tidak lagi memperlihatkan karakteristiknya pada panjang gelombang 547 atau 575 nm.

Beberapa penelitian lain menunjukkan hasil tentang komponen pada plasma darah manusia (Zahao, 2004). Analisa spektrofotometer plasma darah dengan FTIR dapat digunakan untuk menentukan molekul dalam plasma dan menentukan konsentrasi protein (Petibois, 2001). Protein retinol binding dan transtherin juga telah dipelajari dengan UV dengan panjang gelombang 200 – 600 nm (Raghu,2003), sedangkan pada trombosit menggunakan panjang gelombang

UV-Vis (220 – 820 nm). Penelitian terakhir, Iuliana Motrescu melakukan analisa spektrofotometer plasma darah untuk menentukan perbedaan mamalia.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya berkaitan dengan darah dan absorbansi, ternyata terdapat penelitian lain yang berkaitan dengan absorbansi darah dengan apa yang terjadi dalam darah akibat terinfeksi suatu penyakit. Penelitian tersebut dilakukan oleh sebuah perusahaan yang berbasis riset Claro scientific pada awal 2009, menunjukkan bahwa spektrum pada darah utuh dan komponennya dapat diamati fenomena pola absorbansi darah beberapa penyakit, yang salah satunya adalah demam dengue. Pada pola absorbansi darah yang teramati, pada panjang gelombang tertentu menunjukkan puncak-puncak yang sangat tajam dan khas dibandingkan pada panjang gelombang lain. Puncak-puncak ini diindikasikan adanya penyerapan yang sangat kuat, seperti terlihat pada gambar 2.8 berikut ini:



Gambar 2.8. Spektrum UV VIS darah utuh manusia dan komponennya (Claro Scientific, 2009)

## 2.4 JARINGAN SARAF TIRUAN

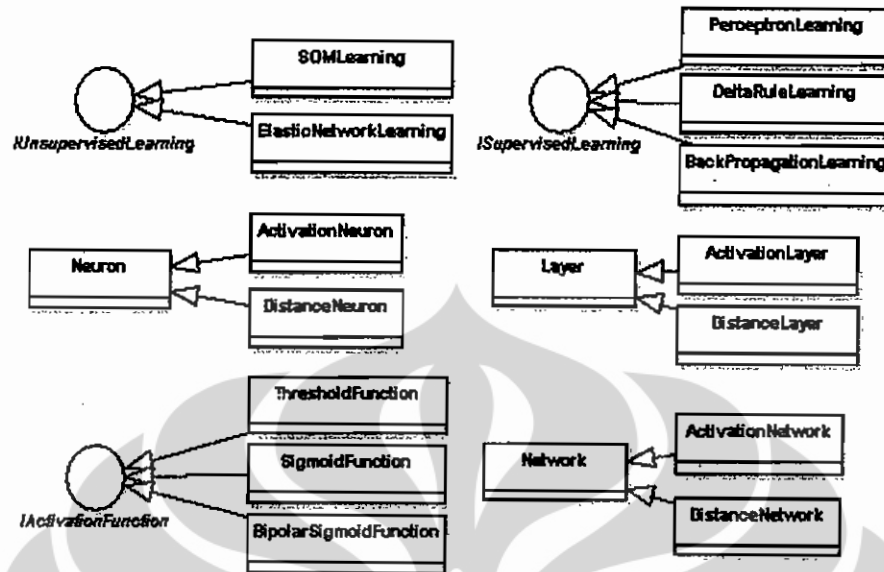
Jaringan Saraf Tiruan, sama dengan namanya, adalah sistem arsitektur informasi yang mengambil analogi seperti pada halnya neuron biologis yang terdapat pada jaringan otak makhluk hidup. Hal ini muncul karena usaha pengembangan dalam bidang sistem informasi untuk meningkatkan kemampuan komputer dalam bentuk analisa pembelajaran pola maupun proses penyelesaian masalah seperti yang dapat dilakukan oleh otak manusia.

Menurut Kulkarni (2001), Jaringan saraf tiruan adalah suatu sistem pemrosesan informasi yang memetakan vektor data input ke dalam vektor data output. Menurut Forsyth (2003) Jaringan saraf tiruan menghubungkan fungsi vektor  $F$  dengan beberapa input  $x$  dengan menggunakan serangkaian layer. Azcarraga (1999) menyatakan bahwa Jaringan saraf tiruan adalah sekumpulan data set yang besar dari interkoneksi unitt sederhana yang dieksekusi secara paralel untuk melakukan tugasnya.

Jaringan saraf tiruan merupakan sistem terdiri dari neuron-neuron yang saling berhubungan yang menyerupai jaringan saraf biologis. Karakteristik dari jaringan saraf dapat dibedakan berdasarkan:

1. Arsitektur keterhubungan antara neuron dalam jaringan;
2. Metodologi pembelajaran dengan mengubah-ubah nilai pembobotan antara neuron;
3. Fungsi aktivasi yang membatasi nilai keluaran neuron. Arsitektur jaringan adalah susunan atau struktur neuron dalam membentuk sebuah lapisan dan bagaimana pola keterhubungan.

Selain arsitektur jaringan maka proses pembelajaran dalam jaringan saraf merupakan hal yang sangat penting. Ada dua golongan pembelajaran yaitu pembelajaran dengan pengarah (*supervised learning*) dan pembelajaran tanpa pengarah (*unseprvised learning*).



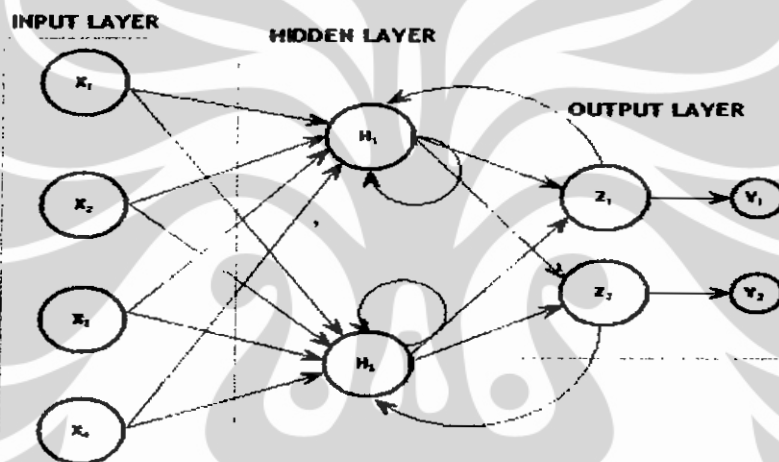
Gambar 2.9. Proses pembelajaran jaringan saraf tiruan

Salah satu proses pembelajaran yang digunakan adalah *Backpropagation*. *Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu (Kusumadewi, 2004).

Jaringan *backpropagation* dapat digunakan untuk memecahkan masalah dalam berbagai hal. Aplikasi tersebut dapat digunakan untuk masalah yang memecahkan pemetaan pada sekumpulan input yang diberikan untuk menspesifikasikan output target tanpa perhitungan algoritma konvensional. Dalam kasus dengan jaringan saraf umumnya, masalahnya adalah untuk melatih jaringan untuk mencapai keseimbangan antara kemampuan untuk merespon secara benar pola input yang digunakan untuk latihan (*memorization*) dan kemampuan untuk memberikan respon yang baik pada input yang mirip, namun tidak sama dengan yang digunakan dalam latihan (*generalization*).

Pelatihan jaringan dengan menggunakan *backpropagation* dibagi menjadi tiga tahap, yaitu *feedforward* dari input pola latihan, kalkulasi dan *backpropagation* dari error yang berhubungan, dan pengaturan bobot berdasarkan bobot sebelumnya. Setelah dilatih, aplikasi dari jaringan hanya terdapat pada tahap komputasi dari *feedforward*. Meskipun latihan yang dilakukan lambat, jaringan yang telah dilatih dapat menghasilkan outputnya dengan sangat cepat. Dalam penelitian ini input pola latihan yang digunakan merupakan data absorbansi darah dari spektrofotometer.

Arsitektur jaringan pada *backpropagation* dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut ini :



Gambar 2.10 Arsitektur *Backpropagation*

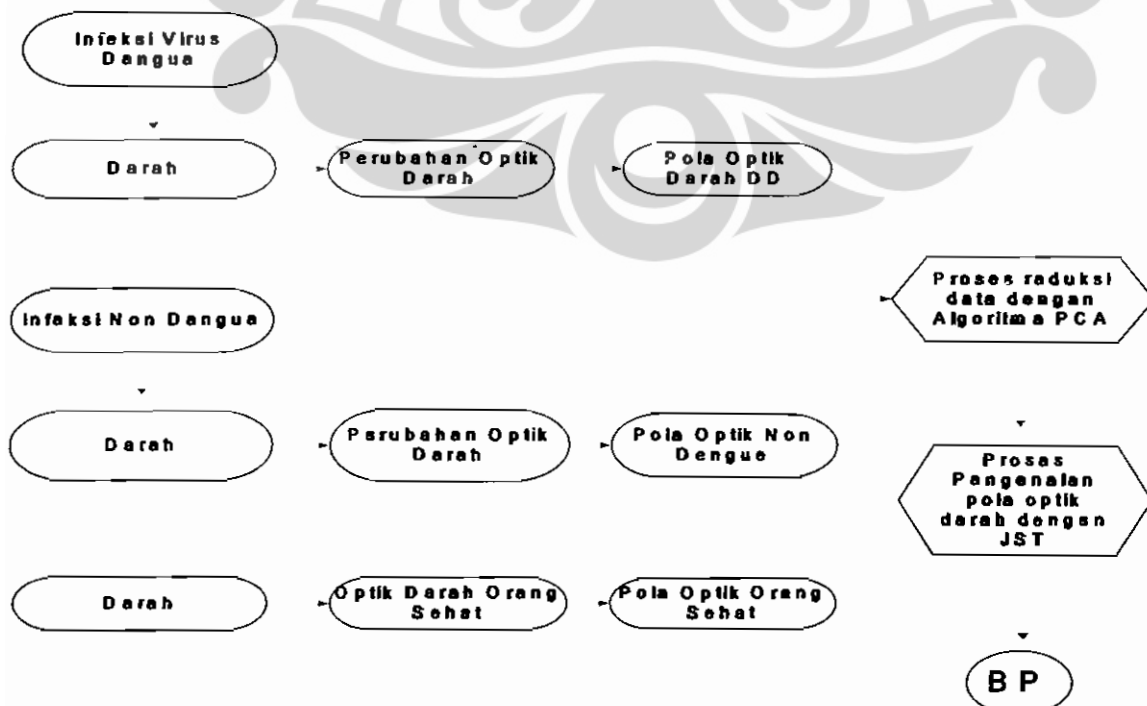
*Principal Components Analysis* (PCA) merupakan teknik standar yang digunakan untuk pereduksian data dalam pengenalan pola secara statistik dan pemrosesan signal. PCA mereduksi dimensi-dimensi yang ada menjadi lebih kecil dan bermakna (Haykin, simon 2004).

Prosedur PCA pada dasarnya bertujuan untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan cara menyusutkan (mereduksi) dimensinya. Hal ini dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi diantara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variael baru yang tidak berkolerasi sama sekali (Soemartini,2008).

Penggunaan jaringan saraf tiruan dengan menggunakan metode *Backpropagation* dan Algoritma PCA memiliki proses awal terdiri dari pengambilan data absorbansi darah DD, Non DD dan orang sehat menggunakan spektrofotometer sampai pembentukan principal components (eigen) melalui PCA, dan proses latihan hanya terdiri dari pembuatan data (reduksi absorbansi darah DD, Non DD dan Orang sehat) untuk latihan dan melatih jaringan *backpropagation*, sedangkan proses identifikasi absorbansi darah terdiri dari pengambilan data absorbansi darah input yang akan diidentifikasi, reduksi data, memasukkan data yang tereduksi ke dalam jaringan *backpropagation*, membandingkan hasil output dari jaringan *backpropagation* dengan database yang ada dan terakhir adalah menampilkan hasil identifikasi. Fungsi aktivasi yang dipakai untuk jaringan *backpropagation* adalah fungsi aktivasi

## 2.5 KERANGKA BERPIKIR

Akhisa Nanoyama melakukan penelitian mengenai karakterisasi darah dengan menggunakan Multiwavelength UV-Vis spektrofotometer. Setiap panjang gelombang dari Multiwavelength UV-Vis spektrofotometer mempunyai karakter masing-masing sehingga didapatkan pola-pola tertentu yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian tersebut, dilakukan penelitian dengan kerangka berpikir sebagai berikut :





### **BAB 3**

## **DESAIN EXPERIMENTAL PENGAMBILAN SAMPEL DARAH DAN PENGUKURAN ABSORBANSI DARAH DENGAN SPEKTROFOTOMETER UV-Vis**

Penelitian ini merupakan penelitian tahap awal perancangan alat untuk deteksi Demam Dengue(DD), dengan mengukur spektrum absorbansi cahaya darah penderita demam yang tersangka demam dengue dan orang sehat. Sampel darah yang diambil dilakukan pengukuran dengue duo dan pengukuran absorbansi cahaya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini merupakan studi observasional klinis dan laboratoris dengan rancangan *cross-sectional*, yang bertujuan untuk memperoleh karakteristik optik darah pada penderita DD, non DD, dan sebagai pembanding juga dilakukan pengukuran terhadap darah orang sehat.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Puskesmas Jakarta Timur, untuk menjangkau pasien DD. Untuk memastikan diagnosa DD dilakukan pemeriksaan dengue duo yang dilakukan di Ruko Jl. Cipinang Muara II no. 36 B Jakarta Timur. Pengukuran absorbansi optic darah dengan spektrofotometer UV-vis dilakukan di laboratorium biomaterial LIPI Cibinong. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 11 Mei – 5 Juni 2009.

### **3.3 Populasi Penelitian**

Populasi target penelitian ini adalah pasien tersangka DD secara klinis. Populasi terjangkau penelitian ini adalah pasien yang tersangka DD secara klinis yang bersedia menjadi subyek penelitian dengan hasil pemeriksaan dengue duo positif dan negatif serta orang sehat yang bersedia menjadi subyek penelitian.

### **3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi**

#### **3.4.1 Kriteria inklusi:**

3.4.1.1 Berusia > 14 tahun

3.4.1.2 Demam akut  $\leq 48$  jam, disertai dengan dua atau lebih gejala berikut: sakit kepala, nyeri retro-orbital, myalgia, artralgia, ruam kulit dan manifestasi perdarahan.

3.4.1.3 Hasil pemeriksaan dengue duo (+)

3.4.1.4 Pasien setuju untuk menandatangani lembar persetujuan pasien (*informed consent*)

#### **3.4.2 Kriteria eksklusi:**

3.4.2.1 Wanita hamil atau menyusui.

3.4.2.2 Insulfisiensi hati akut yang ditandai dengan peningkatan kadar SGOT/SGPT > 3 kali nilai normal.

Penyakit kardiovaskuler.

Penyakit hematologis.

Penyakit infeksi kronik.

Gangguan sistem imun.

Penyakit ginjal kronik.

Keganasan.

### **3.5 Sampel dan Cara Pemilihan Sampel**

Sampel penelitian ini adalah bagian dari populasi terjangkau yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Cara pemilihan sampel adalah secara pro-aktif, yaitu peneliti pro-aktif menjaring sampel di Puskesmas Duren Sawit, Puskesmas Pondok Kelapa, dan Puskesmas Pulo Gadung.

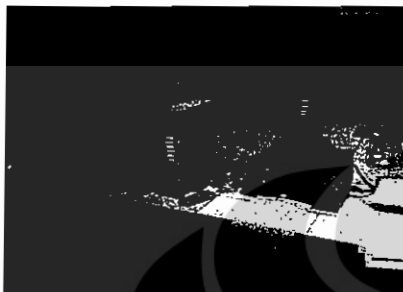
### **3.6 Besar Sampel**

Penelitian ini masih merupakan penelitian pra-eksperimen dan terbatas oleh waktu serta mengingat DD adalah penyakit yang berhubungan dengan musim, yang mana bulan Mei – Juni pasien DD sudah mulai menurun, maka sampel yang diambil adalah 15 pasien positif DD, 15 pasien non DD dan 7 orang sehat.

### 3.7 Alat dan Bahan Penelitian

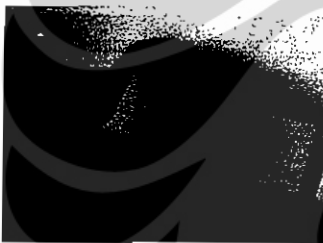
3.7.1 Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.7.1.1 Spektrofotometer Hitachi U-2001



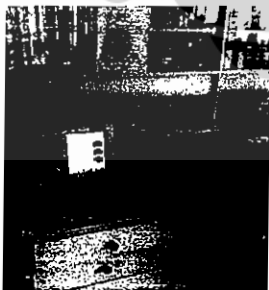
Gambar 3.1 Spektrofotometer UV-vis

#### 3.7.1.2 Centrifuge



Gambar 3.2. Centrifuge

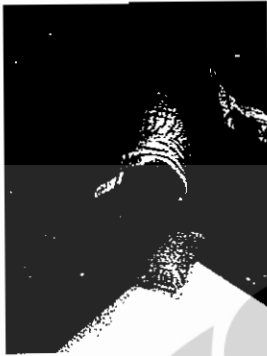
#### 3.7.1.3 Alat Uji darah tepi lengkap (DPL)



Gambar 3.3. Alat uji DPL

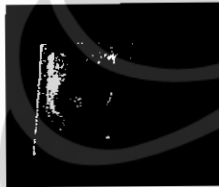
3.7.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.7.2.1 Sampel darah



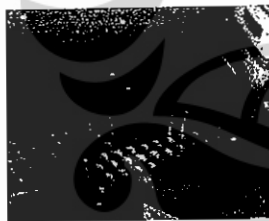
Gambar 3.4. Sampel darah

3.7.2.2 Wing needle



Gambar 3.5. *Wing needle*

3.7.2.3 Tabung EDTA



Gambar 3.6. Tabung EDTA

3.7.2.4 SD *Dengue duo*

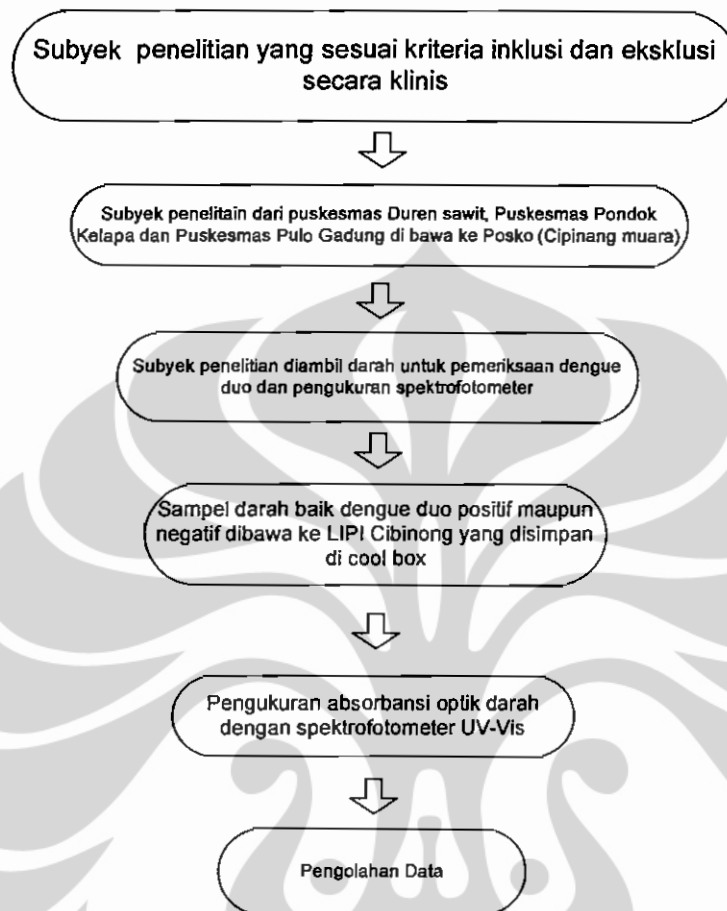


Gambar 3.7. *SD Dengue duo*

### 3.8 Prosedur Penelitian

- 3.8.1 Semua pasien terhitung selama masa penelitian yang secara klinis berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan dengue duo, didiagnosis DD dilakukan pencatatan identitas yang meliputi nama, umur, jenis kelamin, alamat dan tanggal pemeriksaan dengue duo.
- 3.8.2 Diagnosis klinis dan laboratorium dengue duo, baik hasilnya positif maupun negatif dimasukkan sebagai subyek penelitian dan dilakukan *inform consent* pada subyek atau keluarga untuk mendapatkan persetujuan penelitian.
- 3.8.3 Subyek yang sudah menyetujui, dilakukan pengambilan sampel darah. Pengambilan sampel darah dilakukan satu kali bersamaan dengan pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan dengue duo dengan menggunakan wing needle. Sampel darah yang diambil sebanyak 3 cc dimasukkan dalam tabung EDTA.
- 3.8.4 Sampel darah yang terkumpul dibawa ke laboratorium biomaterial LIPI Cibinong. Cara membawanya dengan menggunakan *cool box*.
- 3.8.5 Sampel darah dilakukan pengukuran absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-vis dengan panjang gelombang 190 – 1100 nm. Sampel darah dari tabung EDTA dimasukkan dalam cuffet, kemudian cuffet dimasukkan kedalam tempatnya, dengan referensi EDTA yang dicampur aquades.
- 3.8.6 Setelah kedua cuffet siap barulah dilakukan pengukuran absorbansi.
- 3.8.7 Hasil pengukuran pemeriksaan berupa data absorbansi dan panjang gelombangnya yang tercetak pada kertas yang telah disediakan.

### 3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.8. Alur penelitian

### 3.10 Rencana Pengolahan Data dan Analisis Data

Data karakteristik absorbansi optik pada penderita DD, non DD dan orang sehat disajikan dalam bentuk grafik dan dianalisis dengan menggunakan jaringan saraf tiruan. Untuk menentukan karakteristik pola DD, non DD dan orang sehat dianalisis dengan jaringan saraf tiruan dengan *Backpropagation* (BP) dan Algoritma PCA

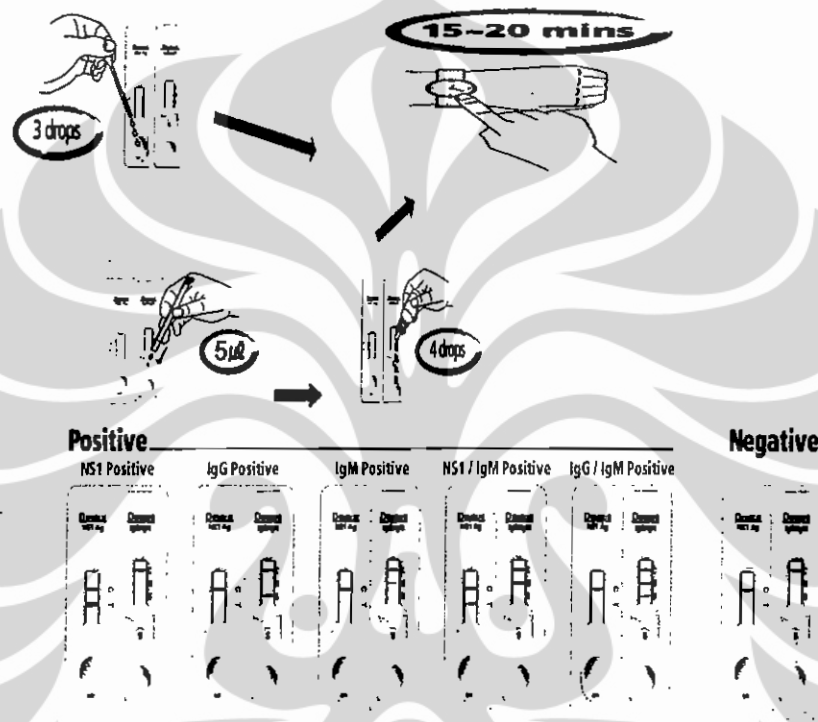
### 3.11 Definisi Operasional

3.11.1 Kriteria diagnosis DD sesuai dengan criteria inklusi

3.11.2 Kriteria diagnosis non DD, adalah sampel penelitian yang sesuai kreiteria inklusi dan eksklusi tetapi pemeriksaan dengue duo menunjukkan hasil negatif (-).

3.11.3 Pemeriksaan dengue duo, menggunakan SD-dengue duo yaitu dengan menilai adanya Ag dan IgG/IgM dengan NS1 Ag dan NS1 IgG/IgM untuk mendeteksi antigen, antibody IgG dan IgM dalam serum darah manusia secara kualitatif. Pemeriksaan ini dapat digunakan untuk mendiagnosa DD, dan membedakan kemungkinan infeksi primer maupun sekunder.

Cara dan interpretasi:



Gambar 3.9. Cara dan interpretasi dengue duo

- 3.11.4 Pengukuran spektrum absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-vis. Darah secara utuh dimasukkan ke dalam *cuffet* spektrofotometer kemudian dilakukan pengukurannya dengan panjang gelombang 190 – 1100 nm. Pengukuran ini dilakukan untuk memperoleh data absorbansi optik darah secara utuh. Misalnya panjang gelombang 400 nm, berapa absorbansinya darah tersebut.
- 3.11.5 Analisa data menggunakan jaringan saraf tiruan dengan *backpropagation* dan algoritma PCA

## BAB 4

### IMPLEMENTASI DATA SPEKTROFOTOMETER DAN ANALISA DENGAN *BACKPROPAGATION* DAN ALGORITMA PCA

#### 4.1 Deteksi DD dengan Dengue Duo (NS1 Ag dan IgG/IgM)

Data yang diperoleh merupakan hasil pemeriksaan Dengue duo pada subyek penelitian yang telah diseleksi terlebih dahulu berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Subyek penelitian ini diambil secara random pada wilayah di Jakarta yang banyak terjadi kasus demam dengue setiap tahunnya, diantaranya puskesmas Duren Sawit, Pondok Kelapa, dan Pulogadung. Sampel darah yang diambil dari subyek penelitian adalah sebanyak 6 cc. Pengambilan sampel darah ini sebelumnya telah meminta persetujuan subyek penelitian terlebih dahulu dibuktikan dengan pengisian *informed consent*. Sampel darah yang diambil ditempatkan pada tabung EDTA 3 cc, hal ini untuk memudahkan penelitian karena sampel darah tersebut akan dilakukan 2 pemeriksaan. Pemeriksaan tabung EDTA 3 cc pertama akan dilakukan pemeriksaan Dengue Duo untuk mengetahui apakah sampel darah subyek penelitian yang diambil terinfeksi virus dengue. Hasil dari pemeriksaan tersebut, didapatkan data seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah Sampel yang Diperoleh

Status	Jumlah Sampel
DD	15
Non DD	15
Normal (orang sehat)	7

Pemeriksaan sampel darah dengan menggunakan Dengue Duo, merupakan hasil interpretasi dari Dengue Duo yang mempunyai dua kategori yaitu kategori pasien DD dan pasien non DD, seperti yang terlihat pada gambar 4.1 dan 4.2.





Hasil pemeriksaan NS1 menunjukkan 2 strip

Gambar 4.1. Contoh Dengue Duo dengan interpretasi DD

Pada gambar 4.1. terlihat dua strip NS1 Ag (dua garis dibawah), dimana garis pertama adalah kontrol dan garis kedua adalah tes. Jadi ketika pada tes timbul garis maka menunjukkan pasien terinfeksi dengue (DD).



Hasil pemeriksaan NS1 menunjukkan 1 strip

Gambar 4.2. Contoh Dengue Duo dengan interpretasi Non DD

Pada gambar 4.2. terlihat dua strip NS1 Ag (satu garis dibawah), dimana garis pertama adalah kontrol dan garis kedua adalah tes. Jadi ketika pada tes tidak timbul garis maka menunjukkan pasien tidak terinfeksi dengue (Non DD).

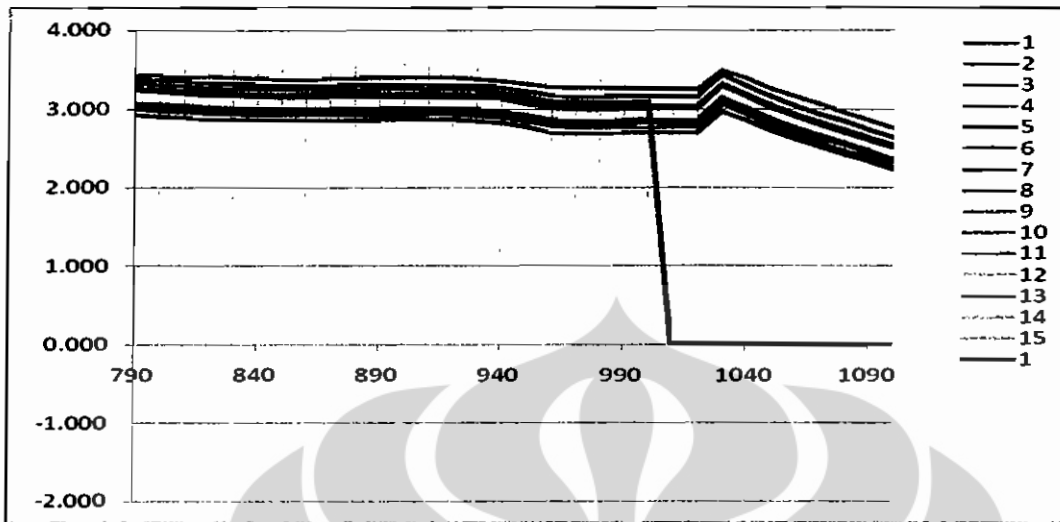
## 4.2 Pengukuran Absorbansi

Selanjutnya sampel darah tabung EDTA 3 cc yang kedua, dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-vis dengan rentang panjang gelombang 190-1100 nm per setiap 10 nm dalam bentuk *print out* untuk 3 kelompok sampel, antara lain DD, Non DD dan Normal. Hasil yang diperoleh dari pengukuran rentang 190-1100 nm ditabulasikan ke dalam *spreadsheet* lalu di kelompokkan berdasarkan penggunaan lampu dan penggantian filter untuk mengeliminasi pergeseran absorbansi pada panjang gelombang yang diakibatkan pergantian filter dan lampu. Rentang panjang gelombang diklasifikasikan dalam Tabel 4.2

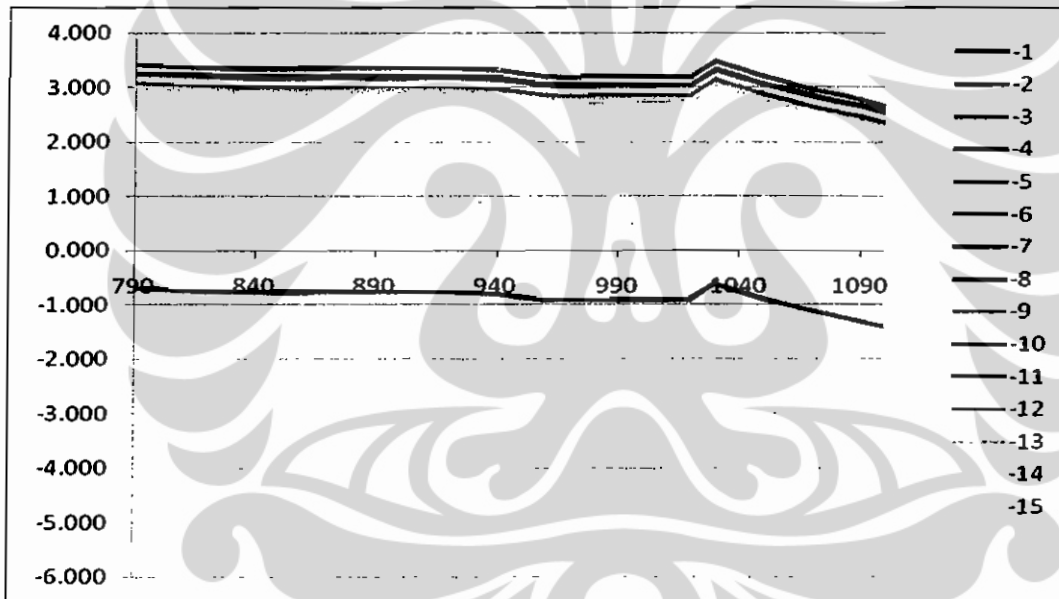
Tabel 4.2 Rentang Klasifikasi Panjang Gelombang Berdasarkan Pergantian Filter dan Lampu

Panjang Gelombang	Rentang Klasifikasi	Jumlah data
780 nm	790-1100 nm	32
600 nm	610-780 nm	18
390 nm	400-600 nm	21
340 nm	350-390 nm	5
	190-340 nm	16

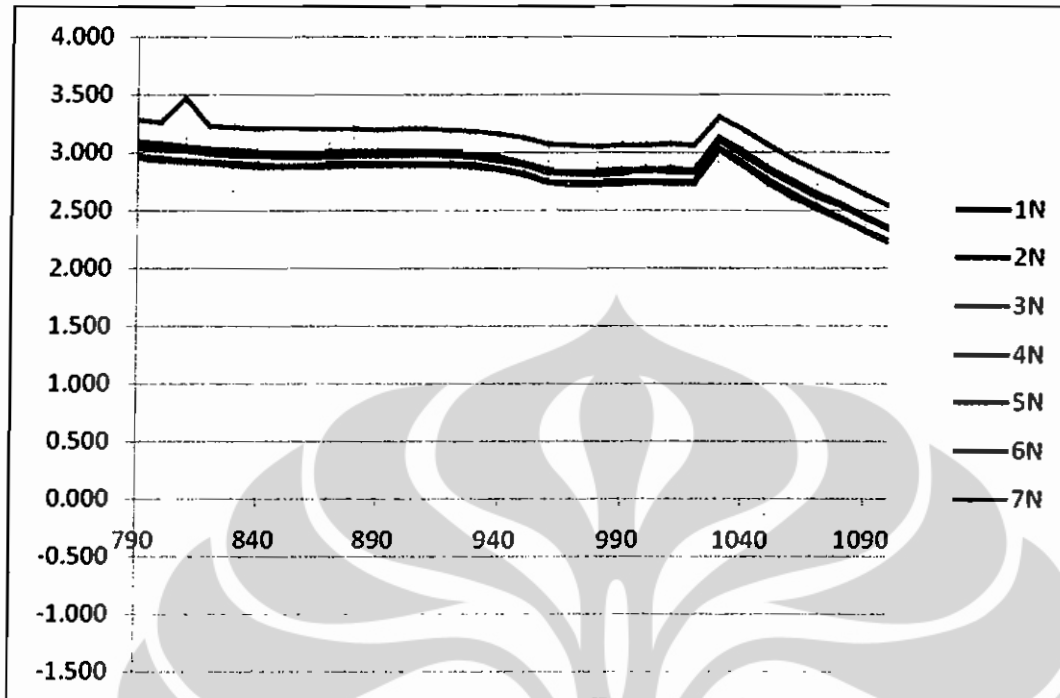
Pengukuran sampel darah dengan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang panjang gelombang 190-1100nm per setiap 10nm, menghasilkan data digital yang dimasukkan dalam tabulasi seperti pada lampiran 4. Data tersebut kemudian diolah menjadi spektrum. Spektrum berdasarkan rentang klasifikasi pada Tabel 4.2 terlihat pada gambar 4.3-4.17. Pada kelompok rentang panjang gelombang 400-600 nm ditemukan karakteristik yang unik, dan diperkirakan merupakan data yang signifikan untuk mewakili karakteristik absorbansi darah kelompok sampel kemudian diolah datanya seperti pada Gambar 4.18 untuk dimasukkan kedalam jaringan saraf tiruan yang merupakan expert sistem untuk menentukan jenis demam yang di periksa.



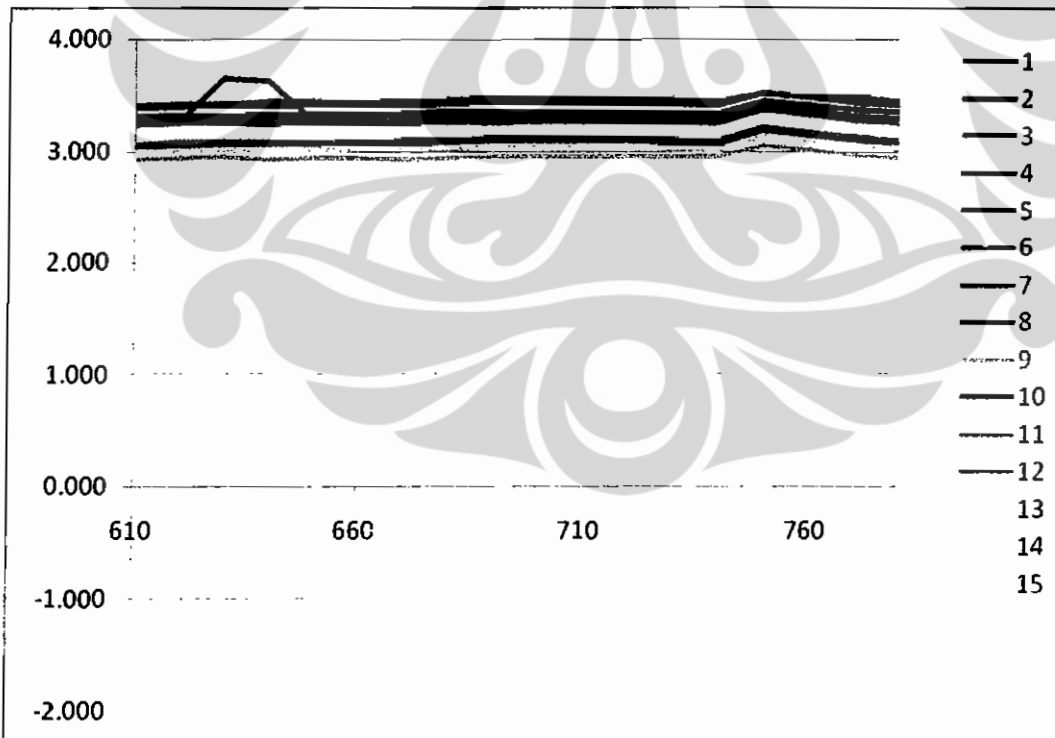
**Gambar 4.3 Absorbansi DD 790-1100 nm**



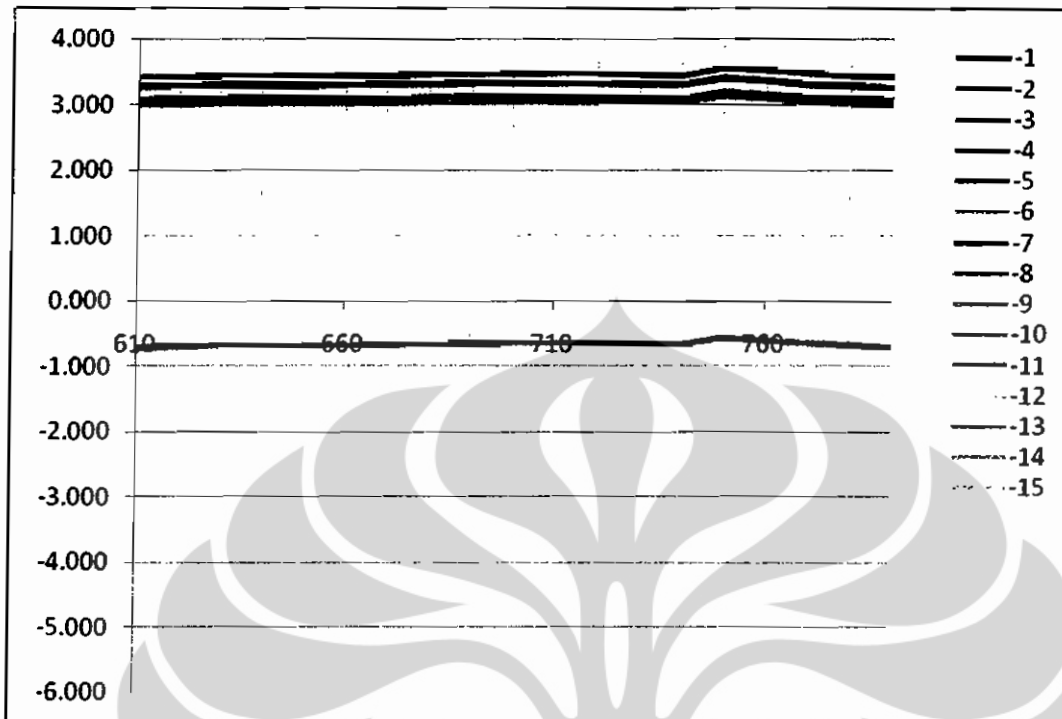
**Gambar 4.4 Absorbansi Non DD 790-1100 nm**



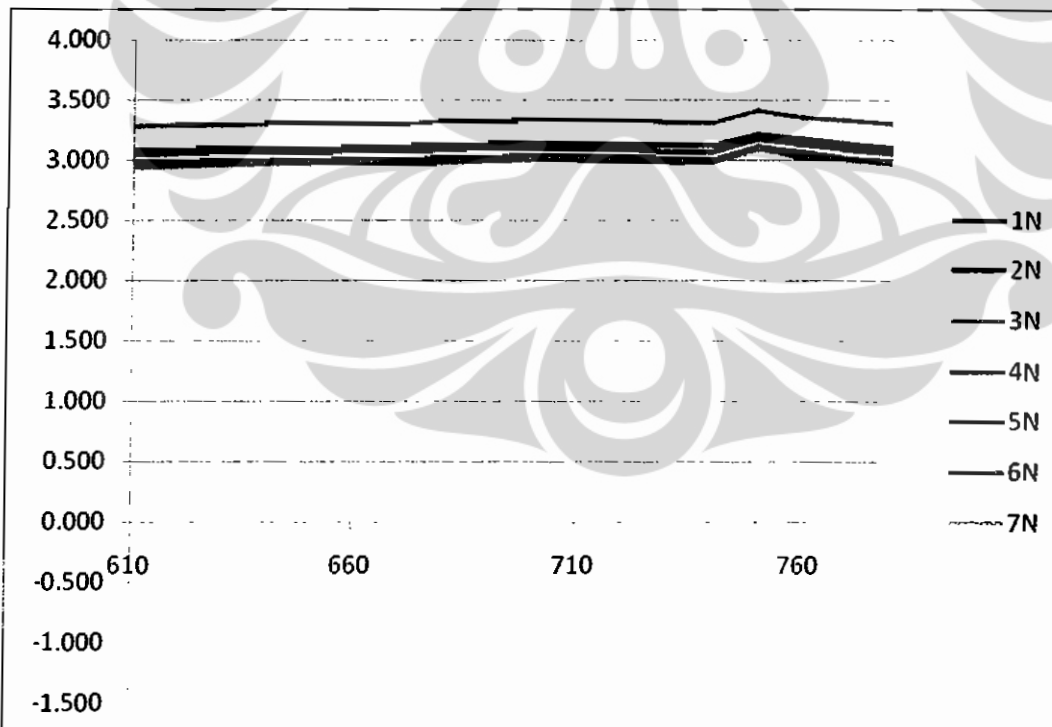
**Gambar 4.5 Absorbansi Normal 790-1100 nm**



**Gambar 4.6 Absorbansi DD 610-780 nm**

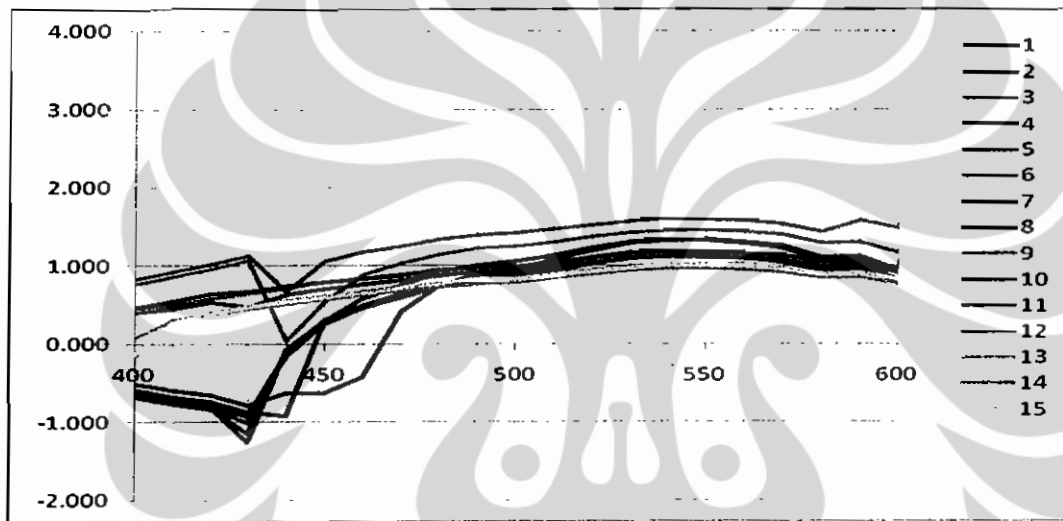


**Gambar 4.7 Absorbansi Non DD 610-780 nm**

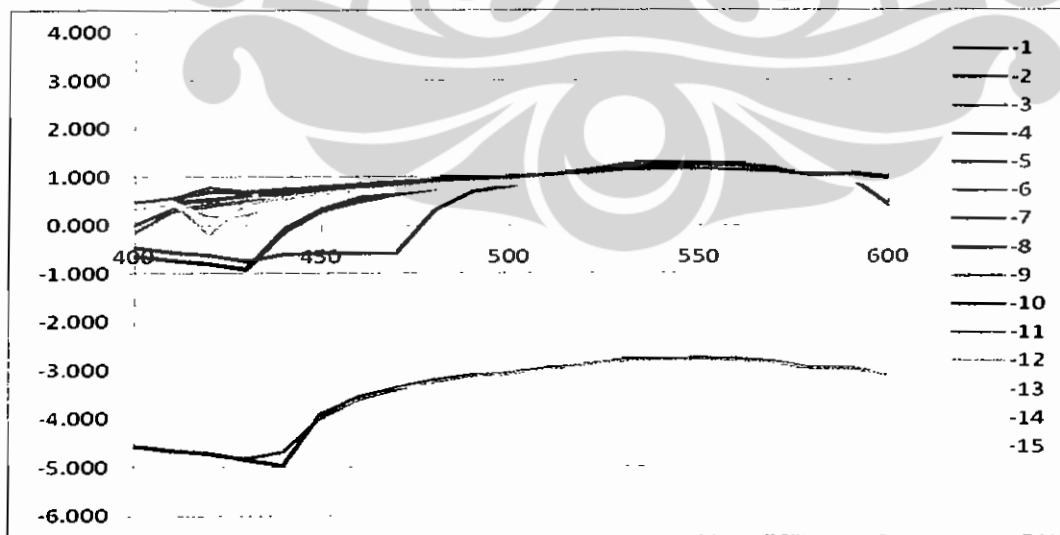


**Gambar 4.8 Absorbansi Normal 610-780 nm**

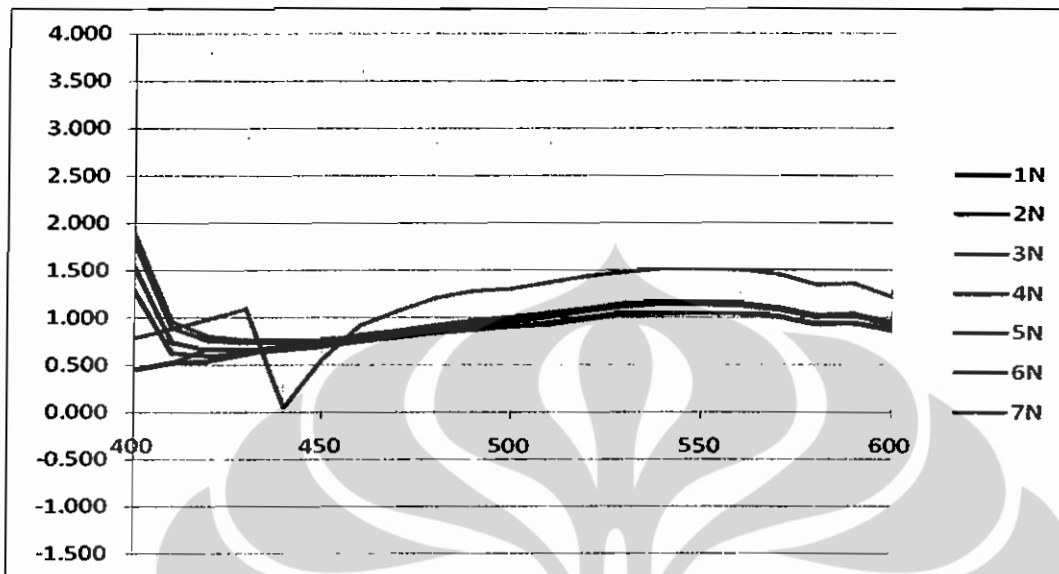
Berdasarkan gambar 4.3 sampai dengan 4.8 pada rentang panjang gelombang 790 – 1100 nm dan 610 – 780 nm, terlihat kesamaan pola spektrum absorptansi darah penderita DD, non DD dan orang sehat (normal). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada rentang panjang gelombang 610 – 1100 belum ditemukan karakteristik optik darah penderita DD, non DD dan orang sehat, karena pada panjang gelombang tersebut tidak terlihat perbedaan pola yang signifikan.



**Gambar 4.9 Absorbansi DD 400-600 nm**



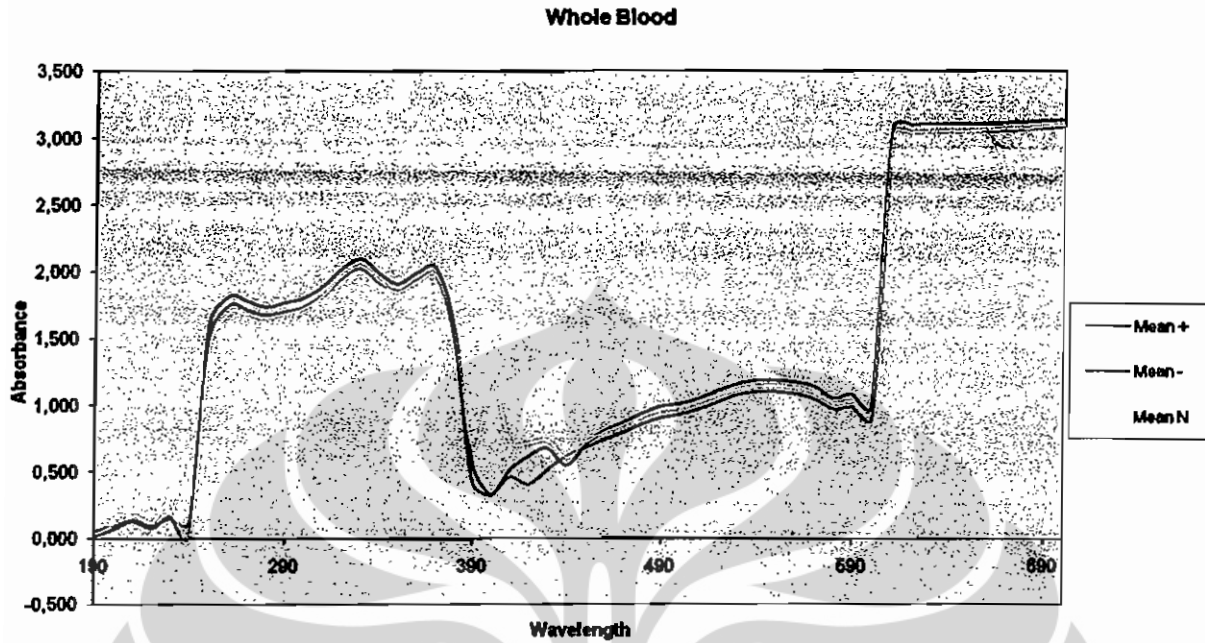
**Gambar 4.10 Absorbansi Non DD 400-600 nm**



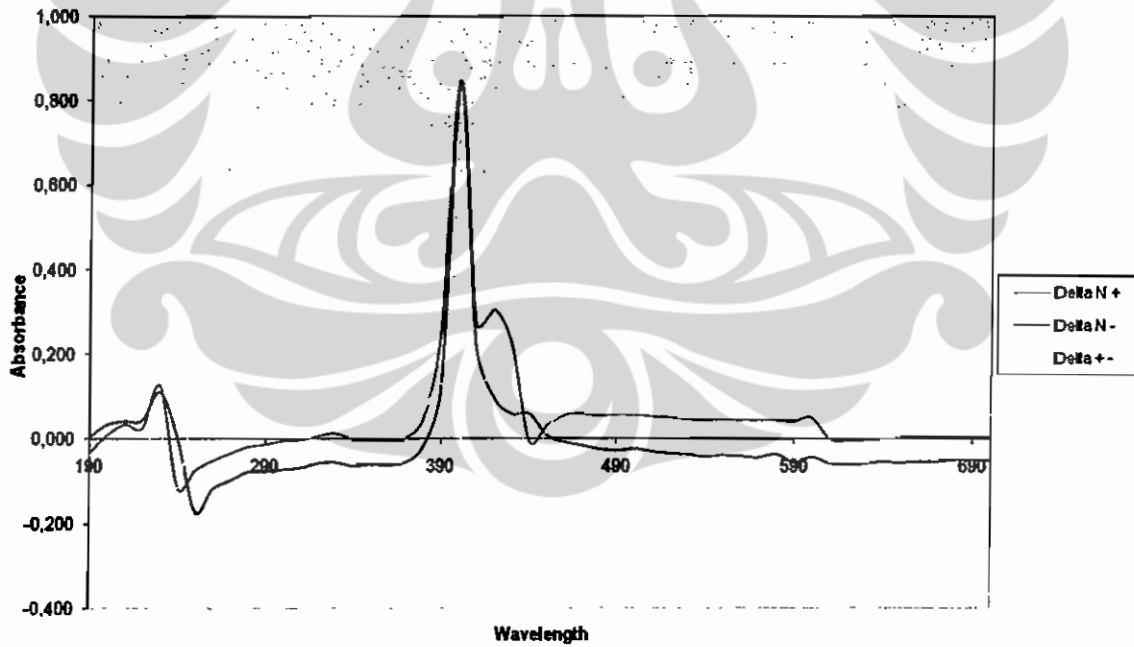
**Gambar 4.11 Absorbansi Normal 400-600 nm**

Pada gambar 4.9 sampai dengan 4.11 pada rentang panjang gelombang 400 – 600 nm terdapat perbedaan pola spektrum absorbansi darah pada penderita DD, non DD dan orang sehat yang signifikan. Perbedaan yang sangat mencolok dan berarti terutama pada rentang panjang gelombang 400 – 500 nm. Perbedaan yang terlihat akan kami selesaikan dengan *expert system* yakni jaringan saraf tiruan untuk dapat mengenali pola-pola tersebut.

Hal ini terlihat ketika pola spektrum absorbansi darah dipotong pada rentang panjang gelombang 190-690 nm seperti terlihat pada gambar 4.12, untuk melihat perbedaan pola yang unik yang ditandai dengan adanya puncak yang tajam maka dibuat selisihnya. Selisih absorbansi ini menunjukkan adanya kekhasan terhadap pola yang lain, seperti yang terlihat pada gambar 4.13.

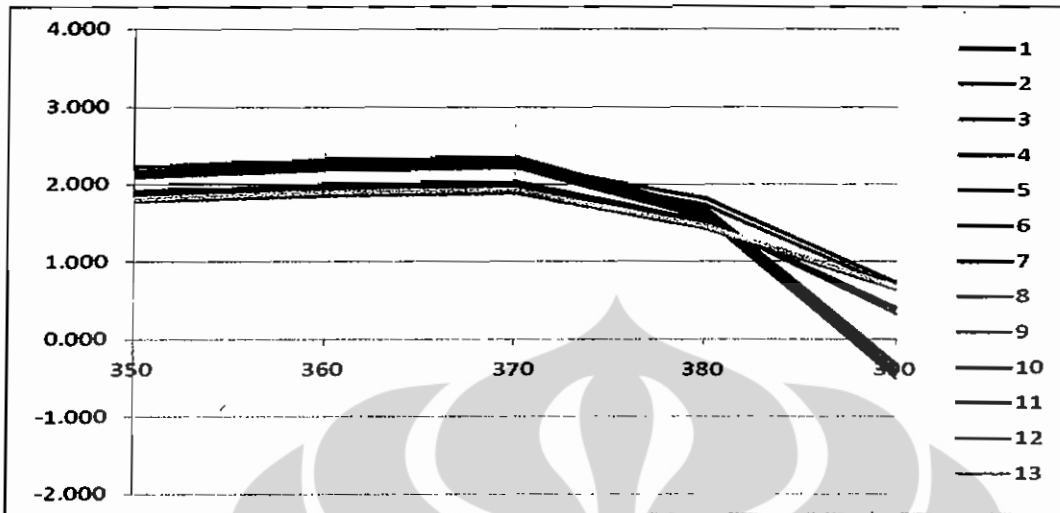


**Gambar 4.12 Absorbansi 190-690nm**

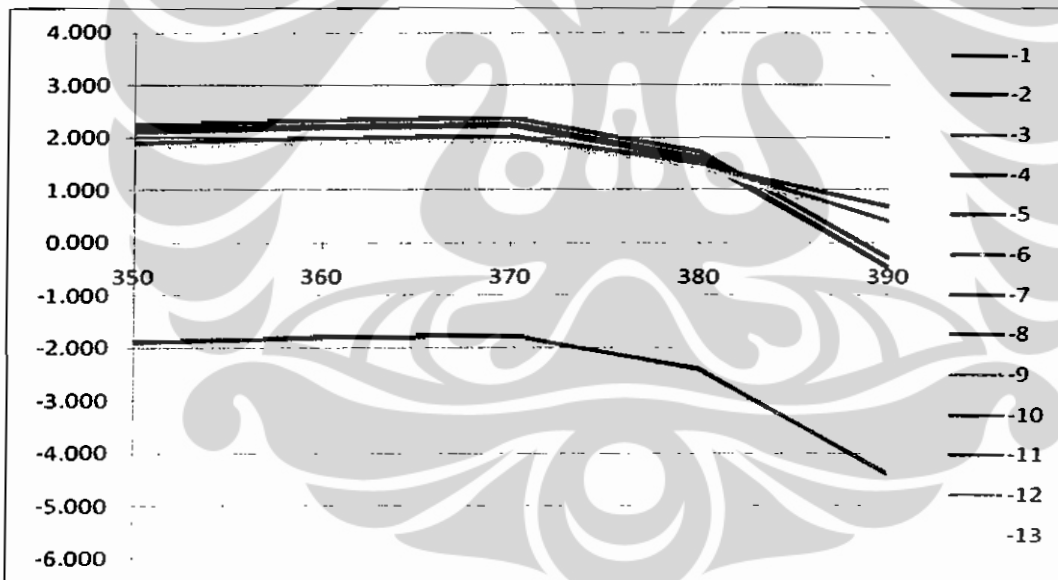


**Gambar 4.13 Selisih absorbansi 190-690nm**

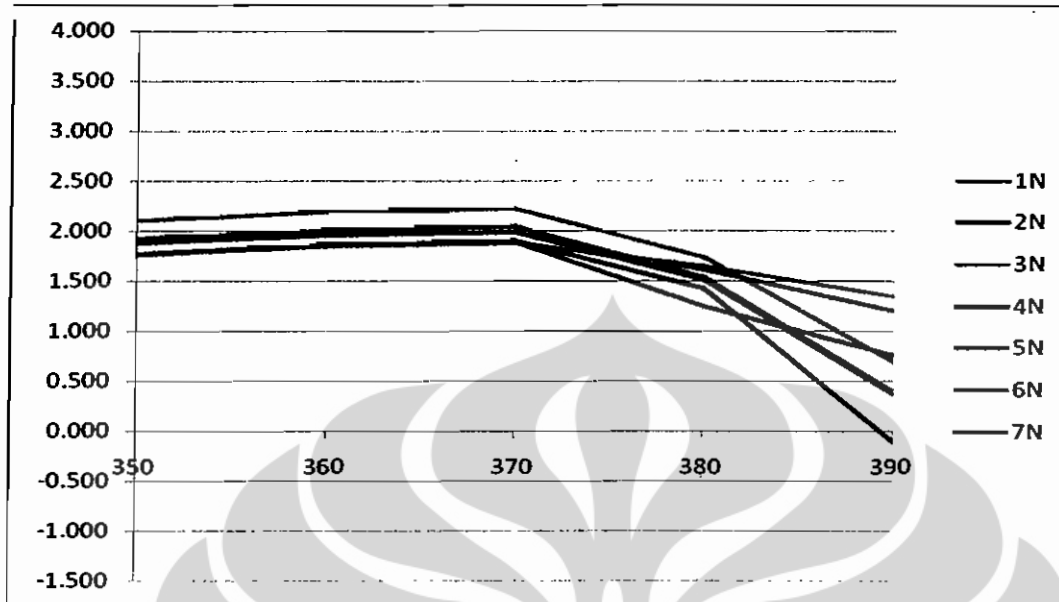




**Gambar 4.14 Absorbansi DD 350-390 nm**

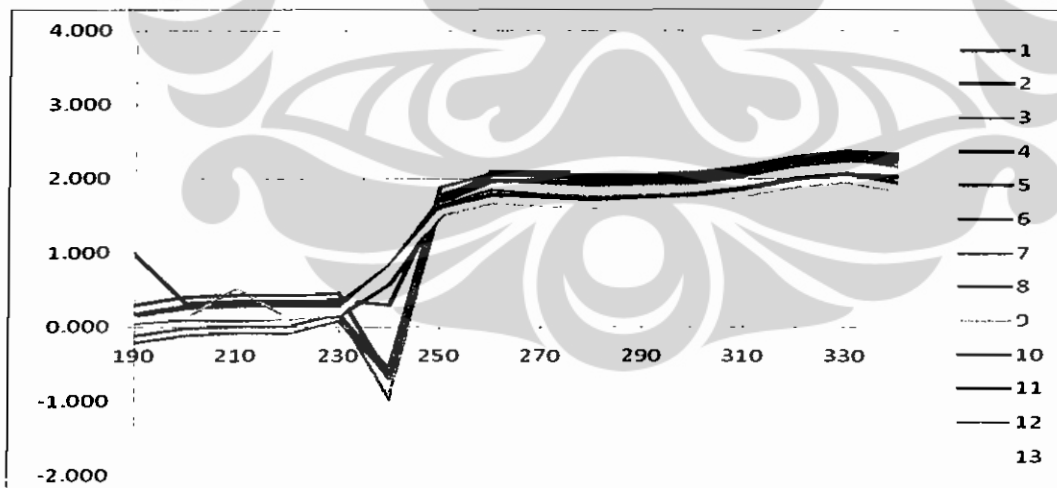


**Gambar 4.15 Absorbansi Non DD 350-390 nm**

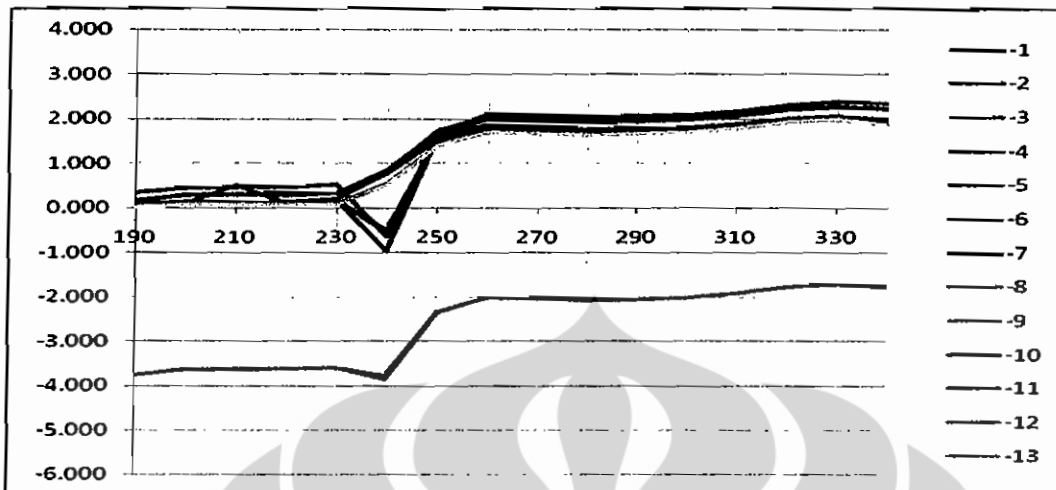


**Gambar 4.16 Absorbansi Normal 350-390 nm**

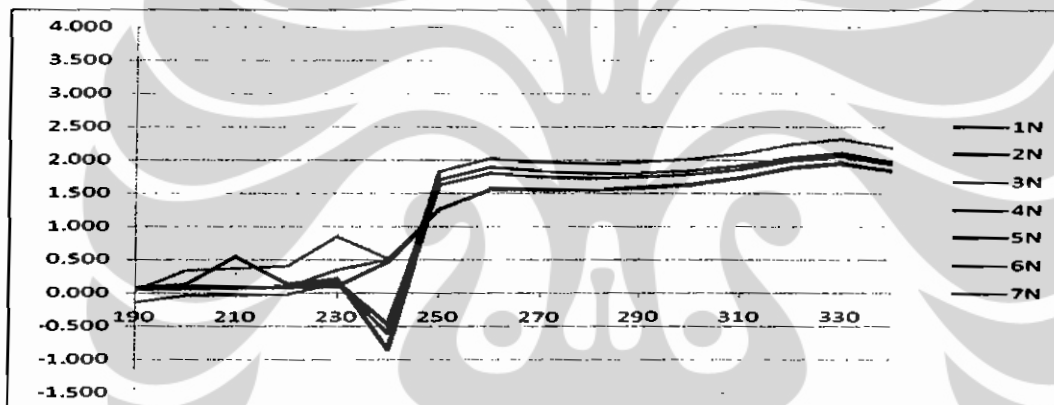
Pada gambar 4.14 s/d 4.16, terlihat kesamaan pola spektrum absorbansi darah penderita DD, non DD dan orang sehat. Sehingga pada rentang panjang gelombang 350 - 390 nm tidak terlihat karakteristik spektrum absorbansi penderita DD, non DD dan orang sehat.



**Gambar 4.17 Absorbansi DD 190-340 nm**



**Gambar 4.18 Absorbansi Non DD 190-340 nm**



**Gambar 4.19 Absorbansi Normal 190-340 nm**

Pada gambar 4.17 s/d 4.19, yakni pada rentang panjang gelombang 190 – 340 nm tidak terlihat perbedaan pola yang signifikan.

Keunikan pola yang terlihat pada rentang panjang gelombang 400-600 nm dikarenakan oleh adanya fenomena absorpsi darah dengan spektrofotometer dapat terjadi akibat suatu proses yaitu ketika sebuah foton diabsorpsi oleh sebuah atom pada darah, maka atom tersebut akan mengeksitasi sebuah elektron dan memindahkannya ke tingkat energi yang lebih tinggi. Bila energi itu cukup besar, sehingga elektron itu dapat berpindah ke tingkat energi yang paling tinggi, maka elektron tersebut dapat melepaskan diri dari gaya tarik positif inti atom itu dan bahkan mungkin dapat terbebaskan dari ikatan dengan atom dalam suatu proses yang disebut sebagai fotoionisasi. Sebaliknya, bila elektron tersebut turun ke tingkat energi yang lebih rendah, maka ia akan melepaskan suatu foton cahaya

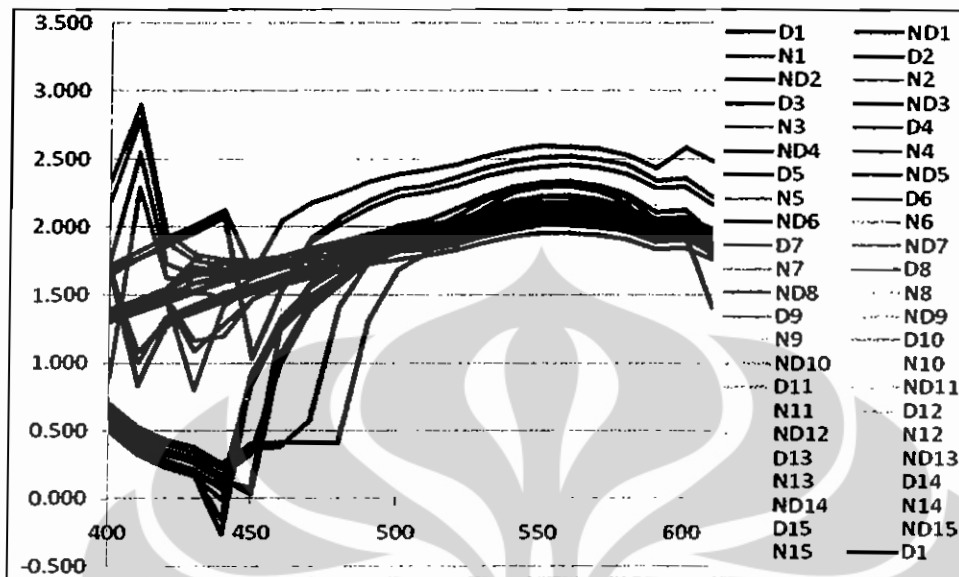
yang energinya sama dengan perbedaan tingkat energinya. Karena tingkat energi elektron elektron pada atom bersifat diskret, maka setiap elemen dapat mengemisikan atau mengabsorpsi foton sesuai dengan karakteristik frekuensinya masing masing. Hal itulah yang menyebabkan adanya pola yang sangat unik pada rentang panjang gelombang 400-600nm.

### 4.3 Jaringan Saraf Tiruan

Pola-pola karakteristik absorbansi darah yang didapatkan dari pengukuran spektrofotometer UV-Vis dimasukkan dalam expert sistem yang dikenal dengan jaringan saraf tiruan. Metode jaringan saraf tiruan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *backpropagation* karena jaringan ini diharapkan mampu memecahkan masalah dalam menentukan jenis demam. Aplikasi jaringan tersebut memecahkan pemetaan pada sekumpulan input pola demam yang diberikan untuk menspesifikasikan output target penentuan jenis demam dengue, non dengue dan orang sehat.

Data digital hasil absorbansi spektrofotometer UV-Vis, diambil pada rentang panjang gelombang 400-600nm seperti terlihat pada gambar 4.20, dihasilkan 45 data. 45 data tersebut terdiri dari 15 data DD, 15 data non DD dan 15 data orang sehat. Data orang sehat didapatkan 15 data karena penggantian 7 data yang didapat untuk menyeimbangkan data. 30 data dibuat sebagai latihan melatih jaringan untuk mencapai keseimbangan antara kemampuan untuk merespon secara benar pola input yang digunakan untuk latihan (*memorization*) dan kemampuan untuk memberikan respon yang baik pada input yang mirip, namun tidak sama dengan yang digunakan dalam latihan (*generalization*) atau dilakukan testing terhadap latihan yang ada. Tahap testing ini menggunakan 15 data.

Pelatihan jaringan dengan menggunakan *backpropagation* dibagi menjadi tiga tahap, yaitu *feedforward* dari input pola latihan, kalkulasi dan *backpropagation* dari error yang berhubungan, dan pengaturan bobot berdasarkan bobot sebelumnya. Setelah dilatih, aplikasi dari jaringan hanya terdapat pada tahap komputasi dari *feedforward*. Meskipun latihan yang dilakukan lambat, jaringan yang telah dilatih dapat menghasilkan outputnya dengan sangat cepat.



**Gambar 4.20 Data yang digunakan untuk JST**

Dimana : D1....D15 : Sampel darah subyek penelitian positif dengue  
 N1....N15 : Sampel darah subyek penelitian normal orang sehat  
 ND1..ND15 : Sampel darah subyek penelitian negatif dengue

Data input yang digunakan untuk Jaringan Saraf Tiruan adalah data dari panjang gelombang 400-610 nm sebanyak data untuk 45 sampel yang terdiri dari 3 kelas, yaitu Dn sebagai DD ke-n, NDn sebagai Non DD ke-n, Nn sebagai Normal ke-n. Data tersebut digunakan sebagai input untuk Back Propagation (BP).

#### 4.4 Back Propagation (BP)

##### 4.4.1 Algoritma Back Propagation

Tahapan backpropagation:

1. *Feedforward* pola input pelatihan
2. Penghitungan dan *backpropagation error*
3. Penyesuaian *weight*

**Pelatihan :**

**Langkah 1:** Tentukan *weight* (gunakan nilai random/nguyen widrow yang kecil)

**Langkah 2:** Jika *stopping condition* = *false* , do Langkah 3 –10

- **Stopping Condition :** Epoch > 10000, error <  $10^{-3}$

**Langkah 3:** For setiap pasangan pelatihan, do Langkah 4 – 9

**Feedforward :**

**Langkah 4:** Setiap unit input ( $X_i, i = 1, \dots, n$ ) menerima sinyal input  $x_i$  dan menyampaikan sinyal ke setiap unit pada lapisan di atasnya (*hidden*)

**Langkah 5:** Setiap unit input ( $Z_j, j = 1, \dots, p$ ) menjumlahkan *weight* dari sinyal input

$$z\_in_j = v_{0j} + \sum_i x_i v_{ij}$$

dan menyampaikan sinyal output

$$z_j = f(z\_in_j)$$

**Langkah 6:** Setiap unit input ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) menjumlahkan *weight* dari sinyal input

$$y\_in_k = w_{0k} + \sum_j z_j w_{jk}$$

dan menghitung sinyal

$$y_k = f(y\_in_k)$$

**Backpropagation of error :**

**Langkah 7:** Setiap unit output ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) menerima pola target sesuai dengan pola inputnya dan menghitung *error*

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y\_in_k)$$

dan menghitung perubahan *weight*

$$\Delta w_{jk}(t+1) = \alpha \delta_k z_j + \mu \Delta w_{jk}(t)$$

dan perubahan bias

$$w_{0_j}(\text{new}) = w_{ij}(\text{old}) + \Delta w_{ij}$$

**Langkah 8:** Setiap unit *hidden* ( $Z_p, j = 1, \dots, p$ ) menjumlahkan dari lapisan di atasnya

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}$$

dan menghitung *error*

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j})$$

serta menghitung perubahan *weight*

$$\Delta v_{ij}(t+1) = \alpha \delta_j x_i + \mu \Delta v_{ij}(t)$$

dan perubahan bias

$$w_{jk}(\text{new}) = w_{jk}(\text{old}) + \Delta w_{jk}$$

*Update weight* dan bias:

$$v_{0_j}(\text{new}) = v_{ij}(\text{old}) + \Delta v_{ij}$$

**Langkah 9:** Setiap unit output ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) mengubah bias dan *weight*-nya ( $j = 1, \dots, p$ )

Setiap unit *hidden* ( $Z_p, j = 1, \dots, p$ ) mengubah bias dan *weight*-nya ( $i = 1, \dots, n$ )

**Langkah 10:** Periksa *stopping condition*

### Testing:

- **Langkah 1:** Tentukan *weight* (didapat dari algoritma pelatihan)
- **Langkah 2:** *For* setiap vektor input, *do* Langkah 3 – 5
- **Langkah 3:** *For*  $i = 1, \dots, n$ ; input untuk fungsi aktivasi  $x_i$
- **Langkah 4:** *For*  $j = 1, \dots, p$ ;
- **Langkah 5:** *For*  $k = 1, \dots, m$ ;

### Fungsi aktivasi

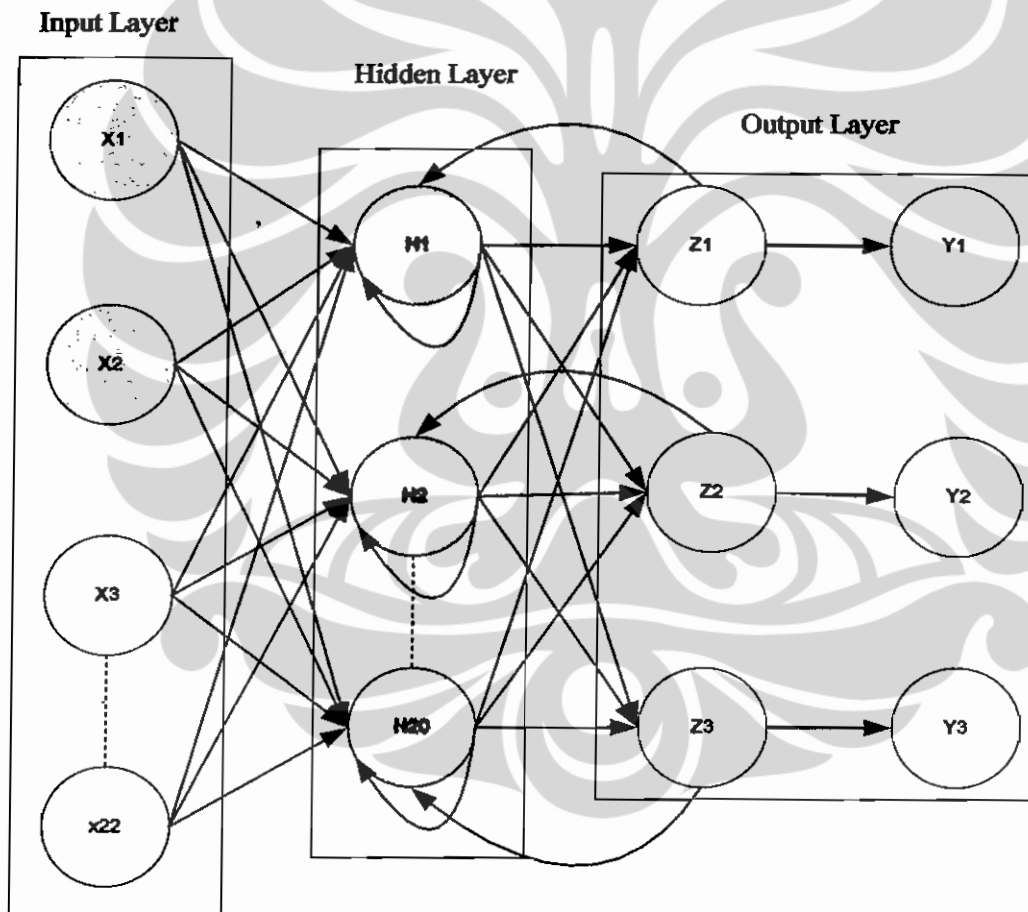
Lapisan output digunakan *sigmoid biner*, nilai  $-1$  sampai  $1$

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

dengan turunannya

$$f'(x) = f(x)[1 - f(x)]$$

Arsitektur Backpropagation yang digunakan terdiri dari 22 input layer, 20 hidden layer dan 3 output layer berupa DD, non DD dan orang sehat, ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 4.21 Arsitektur *Backpropagation*



#### 4.4.2 Hasil Back Propagation

Proses awal terdiri dari pengambilan 30 data yang digunakan dalam proses latihan untuk latihan dan melatih jaringan backpropagation, dengan hidden layer 20. Pada backpropagation Pengujian sistem menggunakan pola karakteristik absorbansi darah dari spektrofotometer UV-Vis yang mempunyai beberapa variasi dalam pola karakteristik absorbansi DD, Non DD dan orang sehat. Dari 45 orang yang ada diambil 15 orang secara acak dan kemudian diambil 30 orang untuk dimasukkan ke dalam database (sebagai training), sehingga total pola karakteristik absorbansi dalam database adalah  $30 \times 22 = 660$ . 15 orang akan digunakan sebagai pola uji (test patern) yang lebih lanjut (total  $15 \times 22 = 330$ ).

Kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan berbagai kombinasi untuk jaringan backpropagation-nya, yaitu 22 unit input dan 20 hidden unit. alpha output yang dipakai adalah 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 dan 0,6. alpha output menunjukkan tingkat generalisasi dari sistem, dimana bila toleransi outputnya besar maka sistem dapat mengenali pola meskipun perbedaannya cukup besar tetapi akan sulit membedakan dua orang dengan pola yang mirip, dan sebaliknya untuk toleransi output yang kecil. Tiap-tiap kombinasi dilatih dengan error tujuan 0,001, learning rate 27% serta momentum 0,2, 0,3 dan 0,4.

Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa penggunaan backpropagation untuk pengenalan pola DD, Non DD dan orang sehat dapat memberikan tingkat akurasi yang cukup rendah terlihat pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Hasil BP

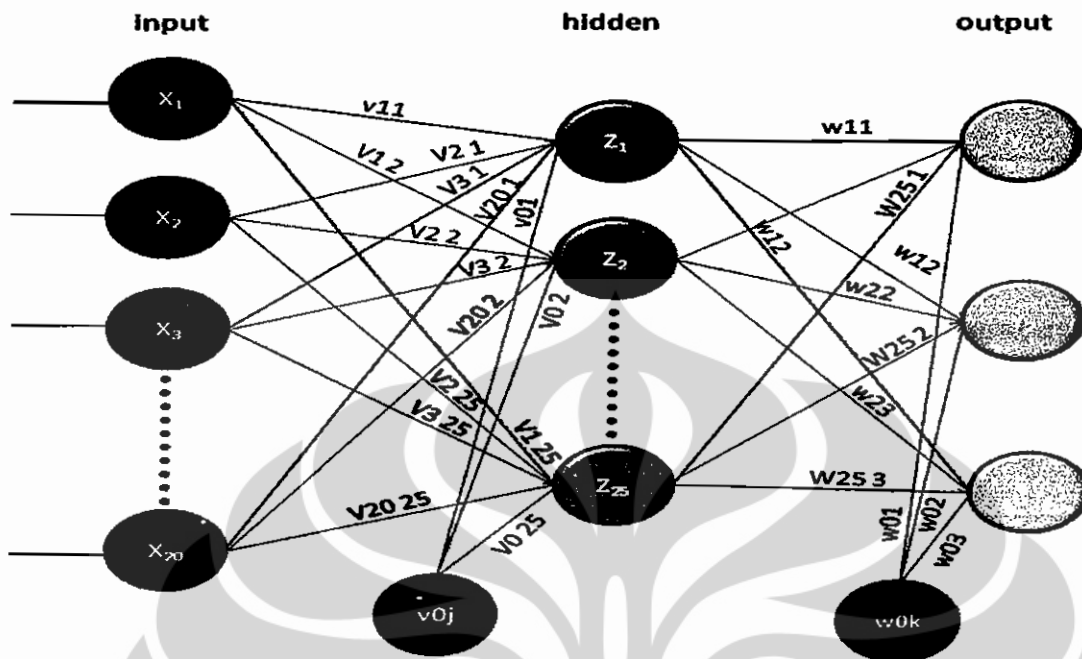
JNFB	alpha	momentum	hidden	konvergen?	dikenali	recognition rate
1	0.2	0.2	20	no	4	27%
2	0.3	0.2	20	no	4	27%
3	0.4	0.2	20	no	4	27%
4	0.5	0.2	20	no	4	27%
5	0.6	0.2	20	no	4	27%
6	0.2	0.3	20	no	4	27%
7	0.3	0.3	20	no	4	27%
8	0.4	0.3	20	no	4	27%
9	0.5	0.3	20	no	4	27%
10	0.6	0.3	20	no	4	27%
11	0.2	0.4	20	no	4	27%
12	0.3	0.4	20	no	4	27%
13	0.4	0.4	20	no	4	27%
14	0.5	0.4	20	no	4	27%
15	0.6	0.4	20	no	4	27%

#### 4.5 Principal Component Analysis (PCA)

Principal Components Analysis (PCA) digunakan untuk mereduksi dimensi dari sekumpulan atau ruang pola sehingga basis atau sistem koordinat yang baru dapat menggambarkan model yang khas dari kumpulan tersebut dengan lebih baik. Dalam hal ini model yang diinginkan merupakan sekumpulan pola-pola karakteristik absorbansi darah DD, Non DD dan Orang sehat yang dilatihkan (training pattern). Basis yang baru tersebut akan dibentuk melalui kombinasi linear. Komponen dari basis ruang pola ini tidak akan saling berkorelasi dan akan memaksimalkan perbedaan yang ada di dalam variabel aslinya. Sasaran dari Principal Components Analysis adalah untuk menangkap variasi total di dalam kumpulan pola yang dilatihkan, dan untuk menjelaskan variasi ini dengan variabel yang sedikit.

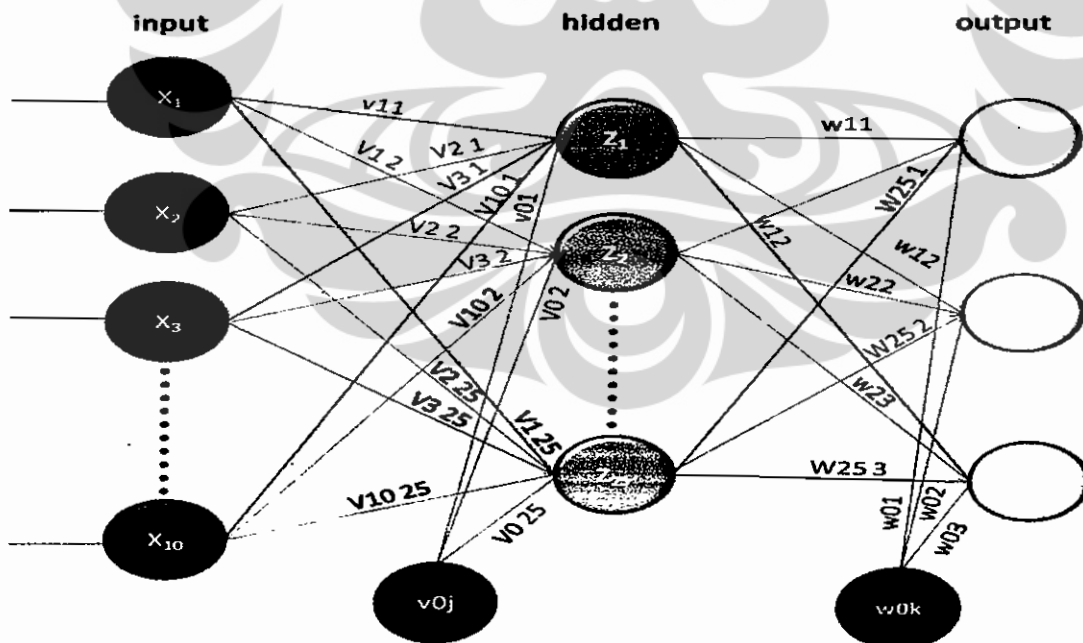
Sebelum PCA dapat dilakukan, maka dilakukan lexicographical ordering untuk setiap pola yang akan dilatihkan dimana baris yang satu diletakkan disamping baris yang lain untuk membentuk vektor pola absorbansi karakteristik darah yang merupakan vektor kolom. Vektor-vektor pola absorbansi karakteristik darah tersebut disusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu matriks  $X$  dengan orde  $n \times m$ , dimana  $n$  adalah jumlah pixel ( $w * h$ ) dan  $m$  adalah banyaknya gambar pola absorbansi karakteristik darah. Matriks inilah yang akan digunakan sebagai input bagi PCA.

Hasil transformasi ini merupakan pola yang telah direduksi menjadi beberapa variabel yang diperlukan saja yang akan diinputkan ke dalam jaringan syaraf tiruan. Arsitektur Backpropagation + PCA yang digunakan 20 dimensi terdiri dari 20 input layer, 25 hidden layer dan 3 output layer berupa DD, non DD dan orang sehat, ditunjukkan pada gambar berikut ini :



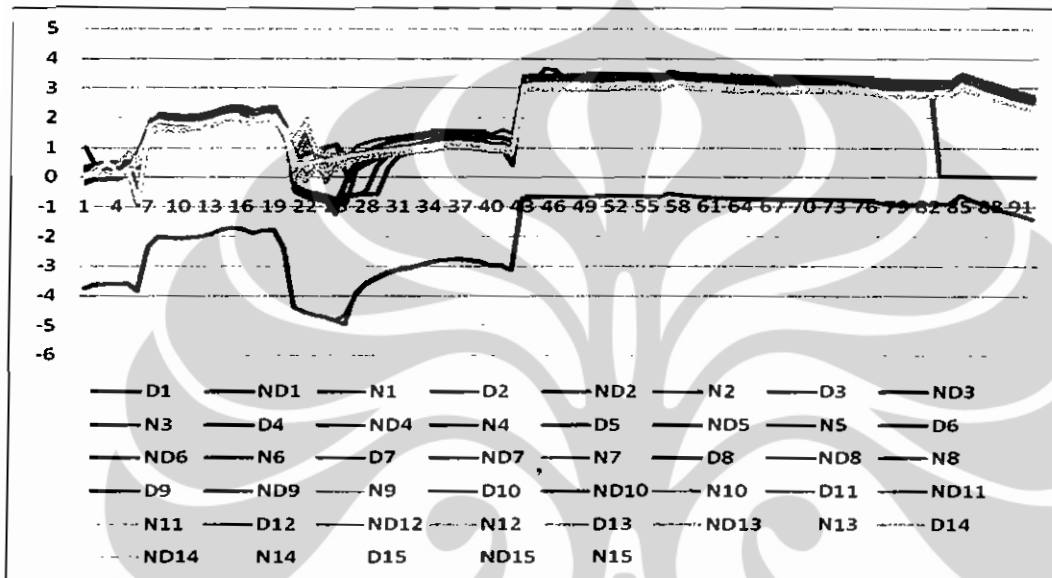
Gambar 4.22 Arsitektur *Backpropagation* + PCA dimensi 20

Arsitektur *Backpropagation* + PCA yang digunakan 10 dimensi terdiri dari 10 input layer, 25 hidden layer dan 3 output layer berupa DD, non DD dan orang sehat, ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 4.23 Arsitektur *Backpropagation* + PCA dimensi 10

Data yang digunakan untuk diproses pada jaringan saraf tiruan menggunakan data dari panjang gelombang 400-610 nm sebanyak data untuk 45 sampel yang terdiri dari 3 kelas, yaitu Dn sebagai DD ke-n, NDn sebagai Non DD ke-n, Nn sebagai Normal ke-n. Data tersebut digunakan sebagai input untuk *principal component analysis* (PCA).



**Gambar 4.24 Data Yang Digunakan BP +PCA**

#### 4.5.1 Algoritma PCA

Langkah-langkah PCA

1. Tentukan sebuah data set yang ingin dianalisis
2. Ubah data dengan metode z-score
3. Hitung matriks *covariance*.

$$C = \begin{pmatrix} cov(x,x) & cov(x,y) & cov(x,z) \\ cov(y,x) & cov(y,y) & cov(y,z) \\ cov(z,x) & cov(z,y) & cov(z,z) \end{pmatrix}$$

4. Hitung eigenvektor dan eigenvaluesnya
5. Pilih komponen dan bentuk feature vektor → pengurangan dimensi
  - FeatureVector = (eig1 eig2 eig3 ... eign)
  - Perlu diperhatikan bahwa eigenvektor yang memiliki eigenvalue tertinggi adalah komponen dasar (*principal component*) dari data set.

Oleh karena itu eigenvalue yang terkecil dapat dihilangkan (akan terjadi kehilangan informasi, namun karena eigenvalue-nya kecil, tidak akan terlalu signifikan). Sehingga akan didapatkan sebuah data set yang memiliki dimensi lebih kecil daripada dataset sebelumnya..

#### 6. Memperoleh data set yang baru

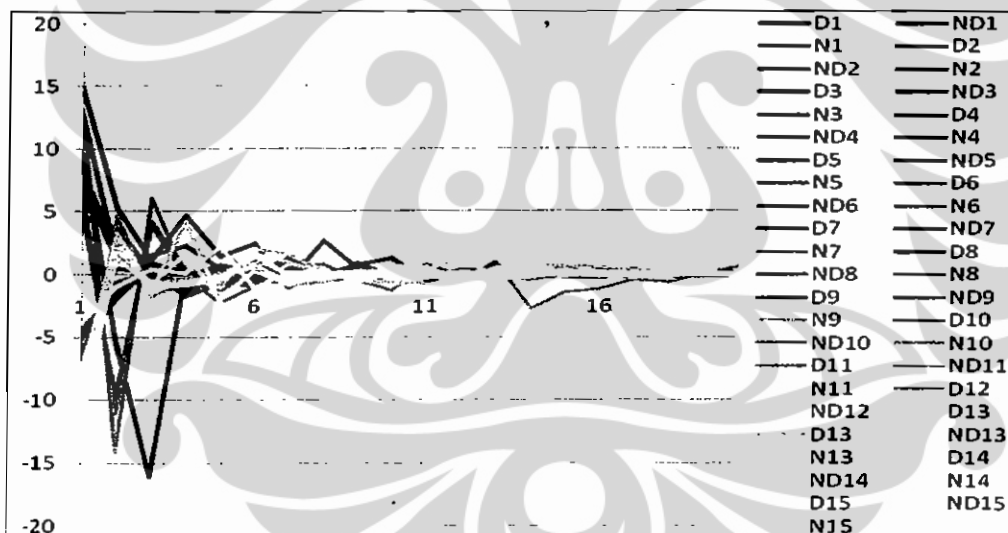
→ Merupakan langkah terakhir dan paling mudah dalam PCA

→ Final Data = DataAwal x *RowFeatureVector*

dimana:

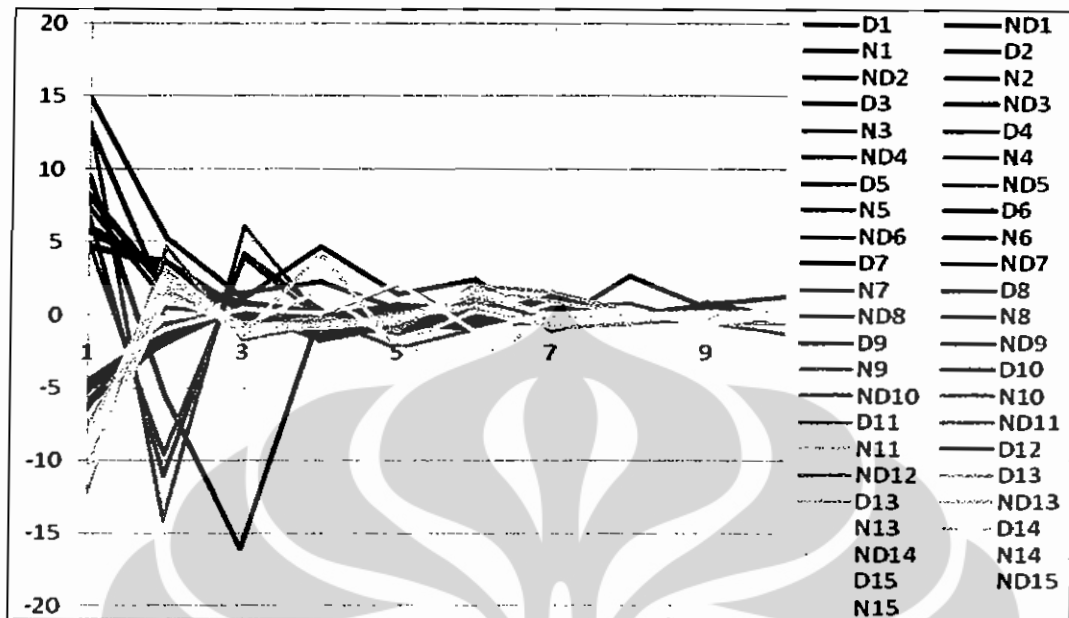
*Row Feature Vector* = *transpose FeatureVector*

Hasil dari algoritma PCA berupa data 20 dimensi dan 10 dimensi yang akan digunakan sebagai data masukan dalam algoritma Backpropagation.



Gambar 4.25 Data hasil algoritma PCA dalam 20 Dimensi

Gambar 4.25 menunjukkan data *output* dari algoritma PCA dengan 20 dimensi yang diambil dari 92 dimensi panjang gelombang dari 45 kelompok sampel (3 klasifikasi x 15 sampel).



**Gambar 4.26 Data Output Algoritma PCA Berupa 10 Dimensi**

Gambar 4.26 menunjukkan data output dari algoritma PCA dengan 10 dimensi yang diambil dari 92 dimensi panjang gelombang dari 45 kelompok sampel (3 klasifikasi x 15 sampel)

#### 4.5.2 Pengujian

Untuk tahap pengujian, data pengujian dalam ruang eigen akan dimasukkan sebagai unit masukan dan dicari jarak terdekat dengan menggunakan *Euclidian distance* pada masing-masing bobot keluaran (vektor perwakilan) seperti pada tahap pelatihan, kemudian unit keluaran dengan jarak terkecil akan dijadikan kelas dari unit masukan tersebut.

Hasil eksperimen Backpropagation dengan data output PCA dengan 20 dimensi dan 10 dimensi terlihat seperti pada Tabel 4.4 dan 4.5.

Tabel 4.4 Hasil BP dengan 20 data PCA

PCA+JNFB 20 dimensi	alpha	momentum	hidden	konvergen?	dikenali	recognition rate
1	0.2	0.2	25	yes	8	53%
2	0.3	0.2	25	yes	6	40%
3	0.4	0.2	25	yes	6	40%
4	0.5	0.2	25	yes	5	33%
5	0.6	0.2	25	yes	5	33%
6	0.2	0.3	25	yes	6	40%
7	0.3	0.3	25	yes	5	33%
8	0.4	0.3	25	yes	9	60%
9	0.5	0.3	25	yes	6	40%
10	0.6	0.3	25	yes	6	40%
11	0.2	0.4	25	yes	5	33%
12	0.3	0.4	25	yes	6	40%
13	0.4	0.4	25	yes	6	40%
14	0.5	0.4	25	yes	8	53%
15	0.6	0.4	25	yes	7	47%

Tabel 4.5 Hasil BP dengan 10 data PCA

PCA+JNFB 10 dimensi	alpha	momentum	hidden	konvergen?	dikenali	recognition rate
1	0.2	0.2	25	yes	8	53%
2	0.3	0.2	25	yes	9	60%
3	0.4	0.2	25	yes	8	53%
4	0.5	0.2	25	yes	8	53%
5	0.6	0.2	25	yes	9	60%
6	0.2	0.3	25	yes	5	33%
7	0.3	0.3	25	yes	6	40%
8	0.4	0.3	25	yes	9	60%
9	0.5	0.3	25	yes	7	47%
10	0.6	0.3	25	yes	9	60%
11	0.2	0.4	25	yes	9	60%
12	0.3	0.4	25	yes	8	53%
13	0.4	0.4	25	yes	9	60%
14	0.5	0.4	25	yes	5	33%
15	0.6	0.4	25	yes	9	60%

Laju pembelajaran atau *alpha* yang menghasilkan pengenalan pola terbaik untuk pengenalan pola karakteristik absorbansi darah pada penderita DD, non DD dan orang sehat adalah 0.4. Pada eksperimen dengan PCA 20 dimensi, *Backpropagation* dapat mengenali pola absorbansi darah pada penderita DD, non DD dan orang sehat sebesar 60 %, sedangkan *Backpropagation* dengan PCA 10 dimensi dapat mengenali pola 60 % dengan lebih banyak alpa yaitu 0,2, 0,3, 0,4 dan 0,6. Secara keseluruhan eksperimen pada BP dengan PCA, pengenalan pola terbaik terjadi pada BP dengan PCA 10 dimensi dengan laju pembelajaran 0,4.





## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rentang panjang gelombang antara 400-600 nm dengan 21 data input memperlihatkan pola-pola yang sangat berbeda antara DD, non DD dan orang sehat dibandingkan dengan panjang gelombang 190-400 dan 400-1100 nm.
2. Dengan menggunakan metode *Backpropagation*(BP) nilai keberhasilan untuk mengenali pola DD, non DD dan orang sehat mencapai 27%, sedangkan metode PCA + BP dengan 20 dan 10 dimensi yang mempunyai hidden layer 25 nilai keberhasilannya mencapai masing-masing 60%. Hal ini menunjukkan bahwa metode PCA + BP baik 10 dimensi maupun 20 dimensi lebih konvergen dibandingkan hanya menggunakan BP.

#### **5.2 SARAN**

Dalam mengembangkan penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Perlu dilakukan penelitian yang serupa untuk rentang panjang gelombang 190-1100 nm terutama pada rentang panjang gelombang 400-600 nm per setiap 1 nm.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan metode BP, LVQ, SOM dan metode jaringan saraf tiruan lainnya dengan pasien demam dengue hari 1, hari 2, hari 3 dan hari 4.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan pemisahan komponen darah.
4. Diharapkan nantinya setelah mendapatkan nilai keberhasilan yang tinggi dapat dibuat alat deteksi dini dengan sensor optik yang dapat mendeteksi DD

## DAFTAR REFERENSI

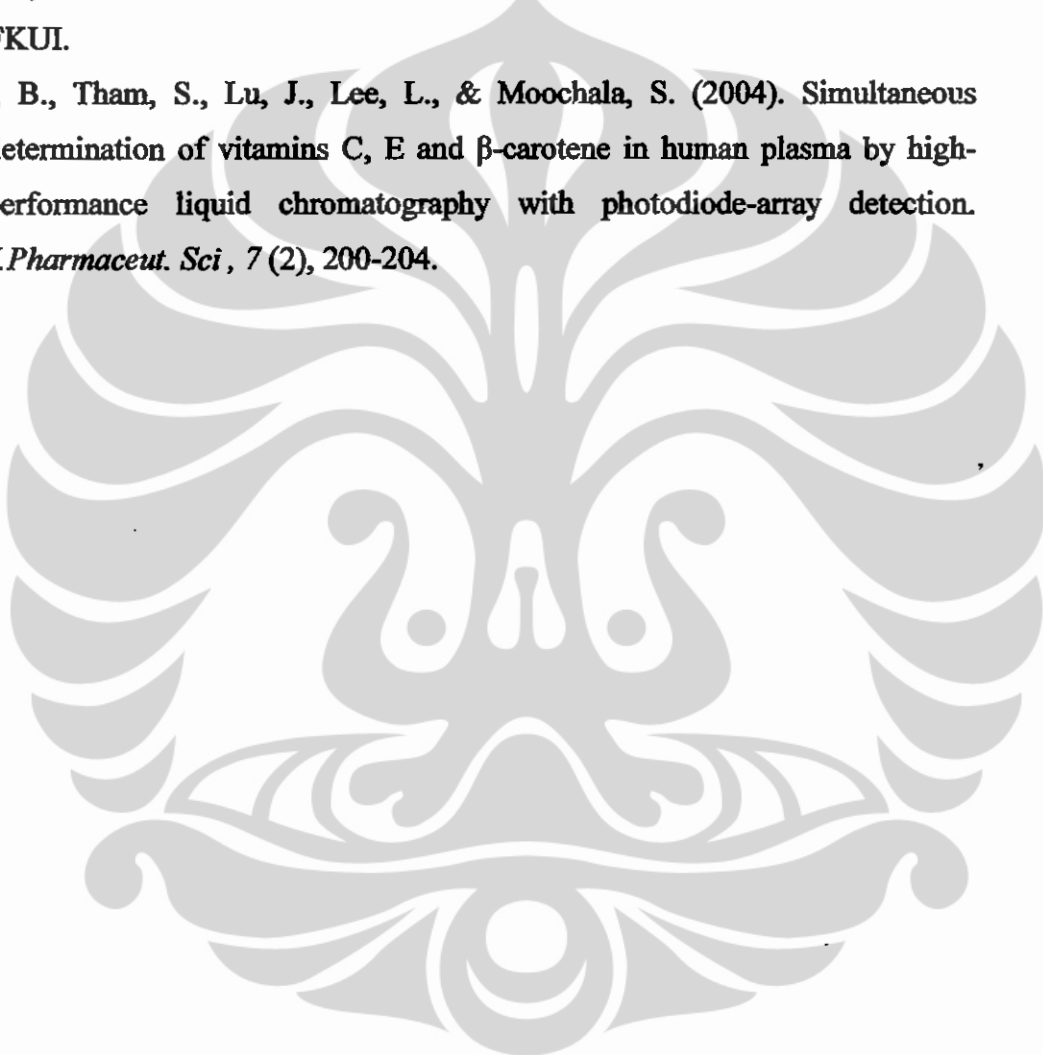
- Azcarraga, A. (1999). *Artificial Neural Network*.  
[http://www.comp.nus.edu.sg/Artificial Neural Networks/index.html](http://www.comp.nus.edu.sg/Artificial%20Neural%20Networks/index.html).
- Claro Scientific, LLC. (2009, Juni 2009). *Technology*. Dipetik Juni 29, 2009, dari Claro Scientific: <http://www.clarosci.com/Technology.htm>
- Graham, R., Juffrie, M., Tan, R., Hayes, C., Laksono, I., & Ma'roef, C. (1999). A prospective seroepidemiology study on dengue in children four to nine years of age in Yogyakarta Indonesia. Studies in 1995-1996. *Am J Trop Med Hyg* (61), 412-419.
- Forsyth, D.A., Ponce, J. (2003). *Computer Vision; A Modern Approach*. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River.
- Haykin, S. S. (1994). *Neural networks: a comprehensive foundation*. New York: Macmillan.
- Kasper Dennis L, et al. (2005). *Harrison's Principal of Internal Medicine 16<sup>th</sup> edition*. Vol 1. Mc Graw-Hill.
- Kompas Cetak. (2009, Januari 6). *KOMPAS.com waspadai.dbd.dan.dd.merebak*. Dipetik Juni 24, 2009, dari <http://www.kompas.com/read/xml/2009/01/06/05001381/waspadaidbd.dan.dd.merebak>
- Kulkarni, A.D. (2001). *Computer Vision & Fuzzy. Neural System*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence teknik dan aplikasinya*. Penerbit graham ilmu yogyakarta.
- Monath, T., & Heinz, F. (1996). Flavivirus. Dalam B. Fields, D. Knipe, & P. Howley, *Fields Virology, 3rd ed.* (hal. 961-1022). Philadelphia: Lippincott-Raven.
- Motrescu, I., Oancea, S., Rapa, A., & Airinei, A. (2006). Spectrophotometric analysis of Blood Plasma for Different Mammals. *Romanian J. Biophys*, 16 (3), 215-220.
- Narayaban, S., Galloway, L., Nonoyama, A., Leparc, G., Garciarubio, L.-H., & Potter, R. (2002). UV-visible spectrophotometric approach to blood typing

- II: phenotyping of subtype A2 and weak D and whole blood analysis. *Transfusion*, 42, 5.
- Nelwan, R. (2006). Demam: Tipe dan pendekatan. Dalam A. W. Sudoyo, B. S. Hadi, M. S. Idrus Alwi, & S. Setiati (Penyunt.), *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam* (4 ed., Vol. 3, hal. 1697-1699). Jakarta: Pusat Penerbitan Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Nonoyama, A. (2004). *Using Multiwavelength UV-Visible Spectroscopy for the Characterization of Red Blood Cells: An Investigation of Hypochromism*. South Florida: University of South Florida.
- Petiboics, C., Cazorla, G., Cassaigne, A., & Deleris, G. (2001). Plasma protein contents determined by fourier -transform infrared spectrometry. *Clinical Chemistry*, 47, 730–738.
- Raghu, P., Ravinder, P., & Sivakumar, B. (2003). A new method for purification of human plasma retinol-binding protein and transthyretin. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 38, 19–24.
- Sastrohamidjojo, H. (1991). *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Sherwood, L. (2001). *Fisiologi manusia dari sel ke sistem* (Edisi Kedua ed.). EGC.
- Smith, Jennifer., Yulia M.Serebrennikova.,Debra E. Huffman., German F. Lepar and Luis H.Gercia-Rubio. (October,2008). *A new method for the detection of microorganism in blood cultures:part 1.Theoretical analysis and simulation of blood culture processes*. The canadian journal of chemical engineering.
- Soemarmo, S. (1988). *Demam berdarah dengue pada anak*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Soematini. (2008). Principal Component Analysis(PCA) sebagai salah satu metode untuk mengatasi masalah multikolinearitas. FMIPA, Universitas padjajaran.
- Suharti, C. (2001). *Dengue hemorrhagic fever in Indonesia: The role of cytokines in plasma leakage, coagulation and fibrinolysis*. Nijmegen Universiteit.
- Takehiro Matsuda, et all, 2007. *Dengue virus-induced apoptosis in hepatic cells is partly mediated by Apo2 ligand/tumour necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand*.

World Health Organization. (2007). *Dengue hemorrhagic fever. Diagnosis, treatment and control*, (2nd Edition ed.). Geneva.

Wuryanto, S. (1999). Diagnosis laboratorium infeksi virus dengue. Dalam S. Hadinegoro, & H. Satari (Penyunt.), *Demam berdarah dengue naskah lengkap pelatihan bagi pelatih dokter spesialis anak dan dokter spesialis penyakit dalam tatalaksana kasus DBD*. (hal. 55-64). Jakarta: Balai Penerbit FKUI.

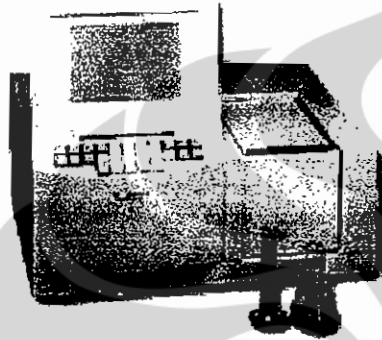
Zahao, B., Tham, S., Lu, J., Lee, L., & Mochala, S. (2004). Simultaneous determination of vitamins C, E and  $\beta$ -carotene in human plasma by high-performance liquid chromatography with photodiode-array detection. *J.Pharmaceut. Sci*, 7 (2), 200-204.



## Lampiran 1.

### Spesifikasi Spektrofotometer UV-Vis Hitachi U-2001

#### UV-Visible Spectrophotometer U-2001



#### Specifications

Optical system	High resolution concave diffraction grating and Seya-Namioka mount
Wavelength range	190 to 1,100 nm
Spectral bandpass	2 nm(optical 1.5nm)
Stray light	0.05% or less
Wavelength accuracy	$\pm 0.3$ nm
Wavelength setting reproducibility	$\pm 0.1$ nm
Photometric modes	Abs, %T, Conc., Single Beam(energy)
Photometric range	-2 to 3 Abs. 0 to 300 %T
Photometric accuracy	$\pm 0.002$ Abs (0 to 0.5 Abs) $\pm 0.004$ Abs (0.5 to 1.0 Abs) (measured with NIST930D filter)
Photometric reproducibility	$\pm 0.001$ Abs (0 to 0.5 Abs) $\pm 0.002$ Abs (0.5 to 1.0 Abs)
Baseline flatness	$\pm 0.002$ Abs (200 to 950nm)
Baseline Stability	Within 0.0003 Abs/hr(at 500 nm) (2 hours after power-on)

Noise	0.0003 Abs or less (at 0 Abs 500 nm)
Response	Fast,Medium,Slow
Wavelength scan speed	10,100,200,400,800,1200,2400,3600 nm/min Go to WL 3600 nm/min
Light source	325-370 nm user selectable
Sample compartment	100 nm beam spacing 120 (W) x 300 (D) x 140 (H) mm
Detector	Silicon photodiode
Display	LCD(black & White)with backlight Positive or negative display available
Dimensions	500(W) x 560 (D) x 250 (H)[LCD horizontal]mm
Weight	Approx.28 kg(61 lbs)
Power source	100, 115, 220, 230, 240V AC 50/60 Hz
Power consumption	200 VA

**Informed Consent**

Penjelasan penelitian Karakterisasi Rentang Absorbansi Cahaya pada Darah Penderita Demam Dengue, yang Digunakan untuk Merancang Alat Deteksi Demam Dengue.

Tim Peneliti di Program Studi Teknologi Biomedis, Program Studi Pascasarjana Universitas Indonesia, Jakarta, akan melakukan penelitian untuk merancang alat deteksi non invasif demam dengue, yaitu suatu penyakit yang disebabkan virus dengue. Hingga sekarang belum diketahui adanya alat sederhana yang efektif dan efisien untuk deteksi penyakit tersebut. DBD memiliki manifestasi klinis demam, nyeri otot, dan/atau nyeri sendi yang disertai leukopenia, ruam, limfadenopati, trombositopenia dan diatesis hemoragik. Selain itu, dapat terjadi perembesan plasma yang ditandai oleh hemokonsentrasi (peningkatan hematokrit) atau penumpukan cairan di rongga tubuh. Penyakit ini merupakan penyakit yang sering ditemui di Indonesia, dengan tingkat kematian yang cukup tinggi.

Namun teknik diagnosa yang ada dianggap rumit dan invasif. Dalam penelitian ini akan dirancang alat deteksi demam dengue non invasif, dengan demikian sebagai langkah awal diperlukan database absorbansi cahaya pada darah penderita demam dengue dan orang sehat.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan database absorbansi cahaya pada darah penderita demam dengue. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan database untuk dapat merancang alat deteksi demam dengue.

Sebanyak 15 pasien penderita demam tersangka demam dengue dan 15 orang sehat yang mempunyai rentang umur dan jenis kelamin yang sama akan diikutsertakan dalam penelitian ini. Bila bersedia, dokter akan mengambil darah tepi/vena sebanyak 6 cc dan dilakukan uji serologi, dengan mendeteksi antibodi spesifik terhadap dengue berupa antibodi total, igM maupun IgG. Darah tersebut digunakan sebagai sampel penelitian. Pengambilan sampel darah vena sebanyak 6 cc akan sedikit menimbulkan rasa sakit dan kadang-kadang menimbulkan bekas biru pada tempat pengambilan darah. Kemungkinan terjadinya perdarahan hebat pada tempat pengambilan darah adalah kecil. Namun bila terjadi, peneliti akan melakukan balut tekan.

Semua data penelitian ini, akan diperlakukan secara rahasia sehingga tidak memungkinkan orang lain menghubungkannya dengan anda.

Bila Bapak, Ibu, Saudara bersedia ikut dalam penelitian ini, Mohon menandatangani Lembar persetujuan. Anda diberikan kesempatan untuk menanyakan semua hal yang belum jelas, anda dapat menghubungi : Dias Rima Sutiono di PPs Teknologi Biomedis UI (0813 800 472 99), Gani M A S di PPs Teknologi Biomedis UI (0813 861 635 79), Rahmapuspita di PPs Teknologi Biomedis UI (0815 874 8351), Sri Yani di PPs Teknologi Biomedis UI (0812 825 3233) & Sandi Sufiandi di PPs Teknologi Biomedis UI (0817 9981 858).

## BIODATA PESERTA PENELITIAN

Nama :  
Usia :  
Jenis Kelamin :  
Alamat :  
Telepon :

### Formulir Persetujuan

Semua penjelasan di atas telah disampaikan kepada saya dan semua pertanyaan saya telah dijawab oleh dokter. Saya mengerti bahwa bila masih memerlukan penjelasan, saya akan mendapat jawaban dari peneliti.

Dengan menandatangani formulir ini, saya setuju untuk ikut dalam penelitian ini.

Tanggal:

Tandatangan peserta penelitian :

(.....)

Tandatangan saksi :

(.....)



**Lampiran 3.**

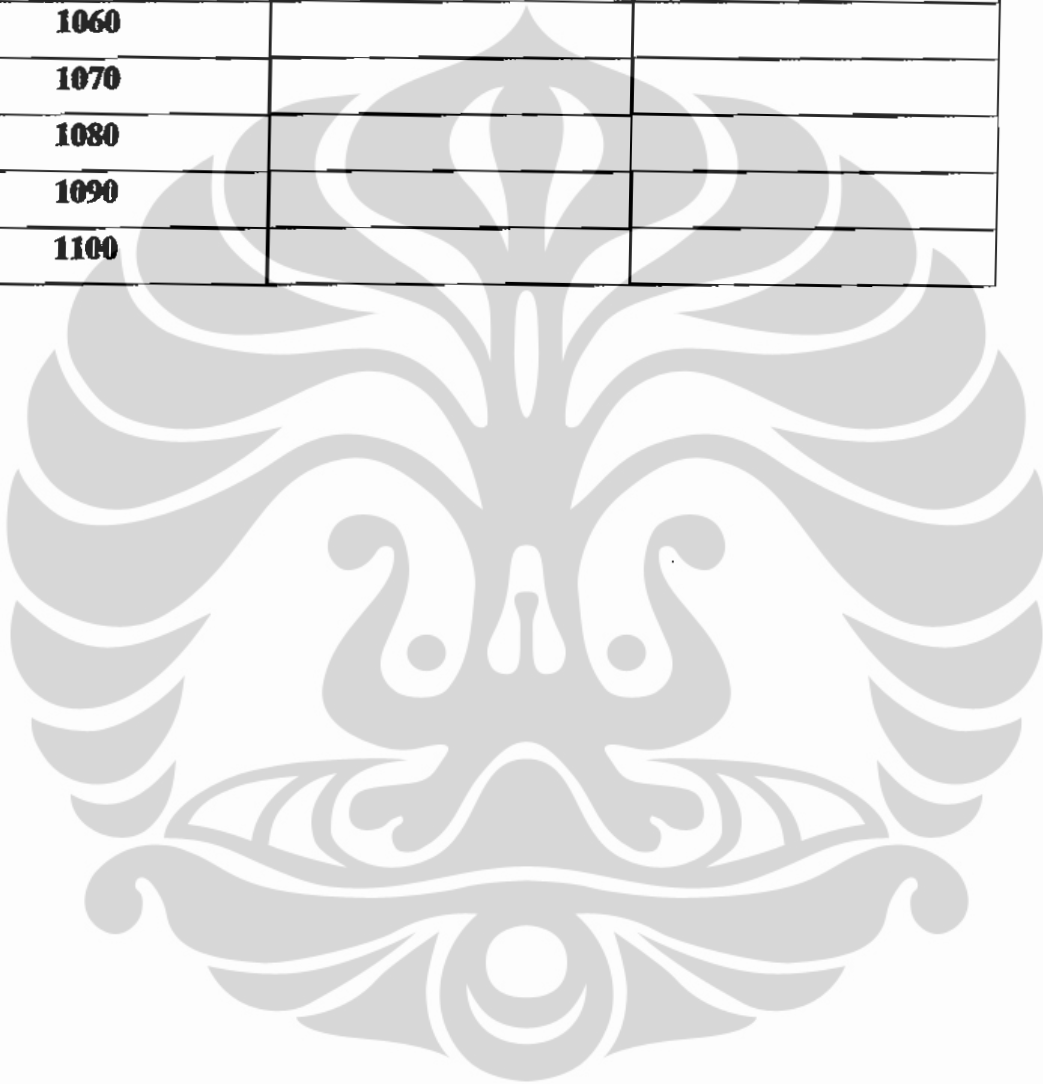
**Data Absorbansi Spektrofotometer**

<b>Nama Pasien/Sampel</b>		
<b>Umur</b>		
<b>Tanggal Pengujian</b>		
<b>Reference</b>		
<b>IgG</b>		
<b>NS1</b>		
<b>Panjang Gelombang</b>		
190		
200		
210		
220		
230		
240		
250		
260		
270		
280		
290		
300		
310		
320		
330		
340		
350		
360		
370		
380		
390		

<b>390</b>		
<b>400</b>		
<b>410</b>		
<b>420</b>		
<b>430</b>		
<b>440</b>		
<b>450</b>		
<b>460</b>		
<b>470</b>		
<b>480</b>		
<b>490</b>		
<b>500</b>		
<b>510</b>		
<b>520</b>		
<b>530</b>		
<b>540</b>		
<b>550</b>		
<b>560</b>		
<b>570</b>		
<b>580</b>		
<b>590</b>		
<b>600</b>		
<b>610</b>		
<b>620</b>		
<b>630</b>		
<b>640</b>		
<b>650</b>		
<b>660</b>		
<b>670</b>		
<b>680</b>		
<b>690</b>		

<b>700</b>		
<b>710</b>		
<b>720</b>		
<b>730</b>		
<b>740</b>		
<b>750</b>		
<b>760</b>		
<b>770</b>		
<b>780</b>		
<b>790</b>		
<b>800</b>		
<b>810</b>		
<b>820</b>		
<b>830</b>		
<b>840</b>		
<b>850</b>		
<b>860</b>		
<b>870</b>		
<b>880</b>		
<b>890</b>		
<b>900</b>		
<b>910</b>		
<b>920</b>		
<b>930</b>		
<b>940</b>		
<b>950</b>		
<b>960</b>		
<b>970</b>		
<b>980</b>		
<b>990</b>		
<b>1000</b>		

<b>1010</b>		
<b>1020</b>		
<b>1030</b>		
<b>1040</b>		
<b>1050</b>		
<b>1060</b>		
<b>1070</b>		
<b>1080</b>		
<b>1090</b>		
<b>1100</b>		



**Lampiran 4.**

**Lembar Persetujuan Etchical Clearence**





**Glossary**

<b>Ag</b>	<b>: Antigen</b>
<b>BP</b>	<b>: Backpropagation</b>
<b>DBD</b>	<b>: Demam Berdarah Dengue</b>
<b>DD</b>	<b>: Demam Dengue</b>
<b>DD</b>	<b>: Demam Dengue</b>
<b>DEN</b>	<b>: Dengue</b>
<b>EDTA</b>	<b>: Ethylene Diamine Tetraacetic Acid</b>
<b>FTIR</b>	<b>: Fourier Transform Infrared</b>
<b>IgG</b>	<b>: Immunoglobulin G</b>
<b>IgM</b>	<b>: Immunoglobulin M</b>
<b>JST</b>	<b>: Jaringan Saraf Tiruan</b>
<b>LIPI</b>	<b>: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia</b>
<b>LVQ</b>	<b>: Learning Vector Quantization</b>
<b>MAMW</b>	<b>: Multi Angle Multi Wavelength</b>
<b>N</b>	<b>: Normal</b>
<b>Non DD</b>	<b>: Non Demam Dengue</b>
<b>NS1</b>	<b>: Non Structural 1</b>
<b>PCA</b>	<b>: Principal Component Analysis</b>
<b>PCR</b>	<b>: Polymerase Chain Reaction</b>
<b>RNA</b>	<b>: Ribo Nucleic Acid</b>
<b>RT-PCR</b>	<b>: Reverse Transcriptase- Polymerase Chain Reaction</b>
<b>SD</b>	<b>: Standart Diagnostic</b>
<b>SOM</b>	<b>: Self Organizing Map</b>
<b>SSD</b>	<b>: Syndrome Syok Dengue</b>
<b>UV-Vis</b>	<b>: Ultraviolet Visibel</b>