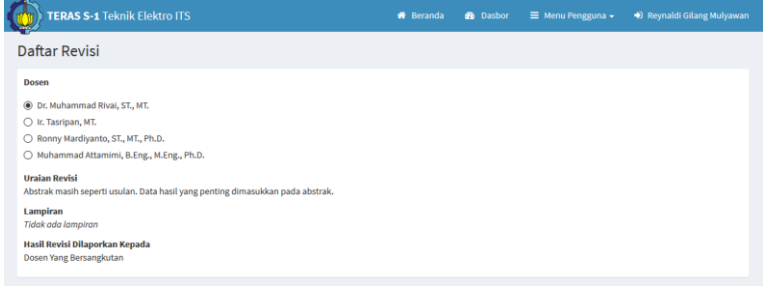




**DAFTAR REVISI / PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Reynaldi Gilang Mulyawan  
NRP : 07111640000108  
Judul Proposal Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pump-Probe Spectroscopy Sebagai Metode Dalam Analisis Dinamika Elektron pada Larutan  
Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Rivai, ST, MT  
: Dr. Isnaeni, M.Sc

| Bab / Halaman | Uraian                                                                                                                                                                               | Keterangan                        |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|               |  <p>Catatan:<br/>Abstrak masih seperti usulan. Data hasil yang penting dimasukkan ke abstrak.</p> | Sudah direvisi : Lihat Lampiran-1 |

Catatan:  
Harap direvisi sesuai dengan uraian yang diberikan.  
Selesai revisi harap ditunjukkan ke dosen penguji dan diparaf.  
Jika tidak ada revisi tolong diberi tanda TIDAK ADA REVISI.

Surabaya, 15 July 2020 .  
Dosen Penguji/Pembimbing,

Dr, Muhammad Rivai, ST, MT.  
NIP. 196904261994031003



#### LAMPIRAN-1

Hasil perbaikan abstrak:

#### ABSTRAK

Spektrokmetri adalah studi dalam bidang optoelektronika yang mempelajari tentang relasi antara suatu zat dengan radiasi elektromagnetik. Namun, berbagai metode spektroskopi seperti UV-Vis maupun Raman Spectroscopy tidak mampu untuk mendeskripsikan analisis bahan pada skala dinamika elektron, yang merupakan hal yang esensial dalam menganalisis bahan semikonduktor, seperti carbon quantum dot. Dalam tugas akhir ini akan dibuat rancang bangun sistem pump-probe spectroscopy yang dapat memodelkan dinamika struktur elektron pada suatu zat dalam skala waktu femtosekon ( $10^{-15}$  second). Sistem akan dirancang dalam bentuk simulasi berbasis Lindblad Master Equation dan setup eksperimen. Sistem menggunakan cahaya laser dengan panjang gelombang 1064 nm yang akan dikenakan pada zat uji. Laser dipisahkan menjadi dua beam menggunakan sebuah beam splitter, yakni pump dan probe. Cahaya laser pump akan digunakan untuk mengeksitasi zat yang diujikan, sedang cahaya laser probe digunakan untuk melakukan probing pada zat tersebut untuk ditangkap oleh photodetector. Pengaturan delay stage pada sistem akan membantu dalam menghasilkan data struktur elektorn yang berubah terhadap waktu. Kemudian data diklasifikasi dengan recurrent neural network untuk memprediksi jenis bahan uji. Terdapat hasil berupa nilai absorbansi setinggi 0.3 unit absorbansi baik untuk sample berupa larutan carbon quantum dot maupun quantum dot, dan dari pengklasifikasi data didapatkan akurasi 90% untuk klasifikasi data pada sample larutan quantum dot dan 81% untuk larutan carbon quantum dot. Hal tersebut digunakan untuk membuktikan bahwa hasil dari komputasi simulator sama dengan hasil setup eksperimen, serta pengklasifikasi yang telah dibuat dapat mencapai akurasi yang tinggi.

#### ABSTRACT

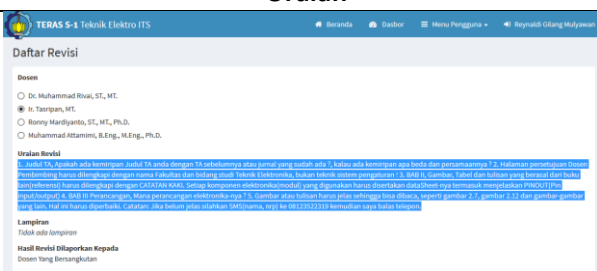
Spectrometry is a study in the field of optoelectronics that studies the relationship between a substance with electromagnetic radiation. However, various spectroscopic methods such as UV-Vis or Raman Spectroscopy are unable to describe material analysis at the electron dynamics scale, which is essential in analyzing semiconductor materials, such as carbon quantum dots. In this final project will be designed a pump-probe spectroscopy system that can model the dynamics of the electron structure of a substance on the femtosecond time scale ( $10^{-15}$  second). The system will be designed in the form of a Lindblad Master Equation based simulation and an experimental setup. The system uses a laser light with a wavelength of 1064 nm which will be subject to the test substance. The laser is separated into two beams using a beam splitter, the pump and the probe. The laser pump light will be used to excite the substance being tested, while the laser light probe is used to probing the substance to be captured by the photodetector. Setting the delay stage on the system will help in generating data on the electronic structure that changes with time. Then the data is classified with recurrent neural network to predict the type of test material. There are results in the form of absorbance values as high as 0.3 units of absorbance both for the sample in the form of carbon quantum dot and quantum dot solutions, and from the classification of the data obtained 90% accuracy for the classification of data in the sample quantum dot solution and 80% for carbon quantum dot solutions. It is used to prove that the results of the computational simulator experience the same phenomenon as the results obtained in the experimental setup, and the classifiers that have been made can achieve high accuracy



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS**  
**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO**  
Gedung B, C & AJ Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp. (031) 5947302, 5994251-55 (Ext.1206, 1239) Fax. (031) 5931237  
Email: elits@ee.its.ac.id - Website: its.ac.id/telemekro

**DAFTAR REVISI / PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Reynaldi Gilang Mulyawan  
NRP : 07111640000108  
Judul Proposal Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pump-Probe Spectroscopy Sebagai Metode Dalam Analisis Dinamika Elektron pada Larutan  
Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Rivai, ST, MT.  
: Dr. Isnaeni, M.Sc.

| Bab / Halaman | Uraian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Keterangan                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | <div><p>1. Judul TA, Apakah ada kemiripan Judul TA anda dengan TA sebelumnya atau jurnal yang sudah ada ?, kalau ada kemiripan apa beda dan persamaannya ?</p><p>2. Halaman persetujuan Dosen Pembimbing harus dilengkapi dengan nama Fakultas dan bidang studi Teknik Elektronika, bukan Teknik Sistem Pengaturan.</p><p>3. BAB II, Gambar, Tabel dan tulisan yang berasal dari buku lain(referensi) harus dilengkapi dengan CATATAN KAKI. Setiap komponen elektronika(modul) yang digunakan harus disertakan dataSheet-nya termasuk menjelaskan PINOUT(Pin input/output)</p><p>4. BAB III Perancangan, Mana perancangan elektronika-nya ?</p><p>5. Gambar atau tulisan harus jelas, seperti pada gambar 2.7 atau 2.12</p></div> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Sudah direvisi: Lihat Lampiran-2</li><li>2. Sudah direvisi: Lihat Lampiran-2</li><li>3. Sudah direvisi: Lihat Lampiran-3 dan Lampiran-4</li><li>4. Sudah direvisi: Lihat Lampiran-5</li></ol> |

**Catatan:**

Harap direvisi sesuai dengan uraian yang diberikan.  
Selesai revisi harap ditunjukkan ke dosen penguji dan diparaf.  
Jika tidak ada revisi tolong diberi tanda TIDAK ADA REVISI.

Surabaya, 14 July 2020 .  
Dosen Penguji/Pembimbing,

Ir. Tasripan, MT  
NIP. 196204181990031004



Lampiran-2

- 1) Tidak ada kemiripan judul TA ini dengan TA yang lain.
- 2) Sudah direvisi, berikut tampilannya:

**Perancangan Sistem *Pump-Probe Spectroscopy* Sebagai Metode  
Dalam Analisis Dinamika Elektron pada Berbagai Macam Zat**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Pada  
Bidang Studi Teknik Elektronika  
Departemen Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Muhammad Rivai, ST, MT.  
NIP. 131647788

Dr. Isnaeni, M.Sc.  
NIP. 132301043

**SURABAYA**  
**JUNI, 2020**



LAMPIRAN-3

- 3) Sudah diberi catatan kaki, salah satu contoh halamannya ialah:

**BAB 2**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam Bab ini dijelaskan mengenai teori-teori dasar untuk membangun algoritma *recurrent neural network* khususnya dalam klasifikasi citra. Arsitektur dan teori-teori pendukung lainnya dijelaskan juga dengan tujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai deteksi objek pada citra.

**2.1 Cahaya dan Optika non-linier**

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang merambat dalam ruang tiga dimensi, baik dalam vakum maupun dalam suatu zat serta berubah terhadap waktu. Cahaya dapat dideskripsikan melalui persamaan Maxwell bentuk differensial yang mendefinisikan sifat medan listrik dan magnet dalam media tanpa muatan ataupun arus [2]<sup>1</sup>diberikan sebagai berikut:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 0 \quad (2.1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (2.2)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (2.3)$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad (2.4)$$

Di mana  $\mathbf{E}$  dan  $\mathbf{B}$  masing-masing ialah medan listrik dan magnet. Persamaan (1) dan (2) adalah Hukum Gauss mengenai medan listrik dan magnet, persamaan (3) adalah Hukum Faraday dan persamaan (4) ialah Hukum Ampere.

---

<sup>1</sup> D. J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2018.



Lampiran-4

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m_e}(\nabla_1^2 + \nabla_2^2) - \frac{Z_1^2}{|r_1|} - \frac{Z_2^2}{|r_2|} + \frac{e^2}{|r_1 - r_2|} \quad (2.20)$$

Untuk persamaan Schrödinger pada gas Helium yang dikenakan laser pada sistem *pump-probe*, Hamiltonian sistem ditambahkan dengan medan listrik dari gelombang cahaya laser:

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m_e}(\nabla_1^2 + \nabla_2^2) - \frac{Z_1^2}{|r_1|} - \frac{Z_2^2}{|r_2|} + \frac{e^2}{|r_1 - r_2|} + E_0 \cos(\omega t) \quad (2.21)$$

Sehingga hasil akhir dari persamaan Schrödinger yang digunakan untuk memodelkan atom helium yang dikenakan laser menjadi:

$$i\hbar \frac{\partial \psi(x,t)}{\partial t} = \left( -\frac{\hbar^2}{2m_e}(\nabla_1^2 + \nabla_2^2) - \frac{Z_1^2}{|r_1|} - \frac{Z_2^2}{|r_2|} + \frac{e^2}{|r_1 - r_2|} + E_0 \cos(\omega t) \right) \psi(x,t) \quad (2.22)$$

Sebagaimana sistem yang terdapat di alam semesta, tidak ada sistem yang murni terisolasi. Hal tersebut tetap berlaku pada mekanika kuantum. Evolusi dari suatu sistem kuantum pun harus mengikuti kaidah-kaidah yang ditetapkan oleh lingkungan sekitarnya.

Metode Lindblad Master Equation merupakan modifikasi dari persamaan Schrödinger yang menggunakan matriks kepadatan/*density matrix* yang merupakan matriks yang mendefinisikan statistika keadaan dari suatu sistem kuantum. *Density matrix* didefinisikan sebagai berikut [7]<sup>6</sup>:

$$\rho = \sum_j p_j |\varphi_j\rangle \langle \varphi_j| \quad (2.23)$$

Di mana  $|\varphi_j\rangle \langle \varphi_j|$  merupakan matriks produk luar/*outer product matrix*. Dari sini, *master equation* Lindblad didefinisikan sebagai:

$$i\hbar \frac{\partial \rho(t)}{\partial t} = [H_{tot}, \rho_{tot}] - \frac{1}{2} (2C_n \rho(t) C_n^\dagger - \rho(t) C_n^\dagger C_n - C_n^\dagger C_n \rho(t)) \quad (2.24)$$

---

<sup>6</sup> D. Manzano, "A short introduction to the Lindblad master equation", AIP Advances, vol. 10, no. 2, p. 025106, 2020. Available: 10.1063/1.5115323 [Accessed 8 June 2020].

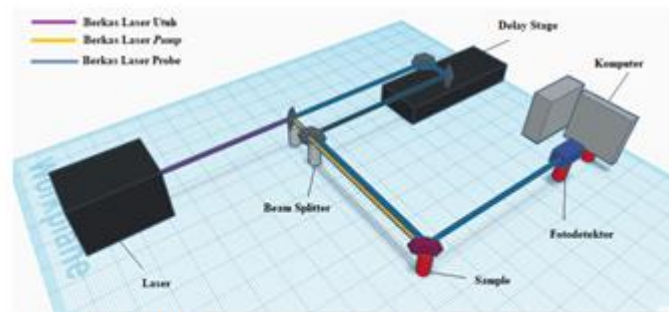


Lampiran-5

- 4) Sudah ditambahkan perancangan elektronika.

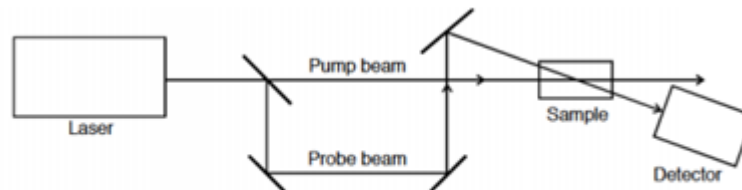
**3.1 Perancangan Elektronik Sistem**

Sistem ini terdiri atas tiga jenis sub-sistem, yakni akuisisi data, simulator, serta klasifikasi data. Akuisisi data sendiri masuk ke dalam perancangan perangkat keras, simulator dan klasifikasi data masuk ke dalam perancangan perangkat lunak. Visualisasi dari perancangan perangkat keras serta diagram blok sistem dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2.

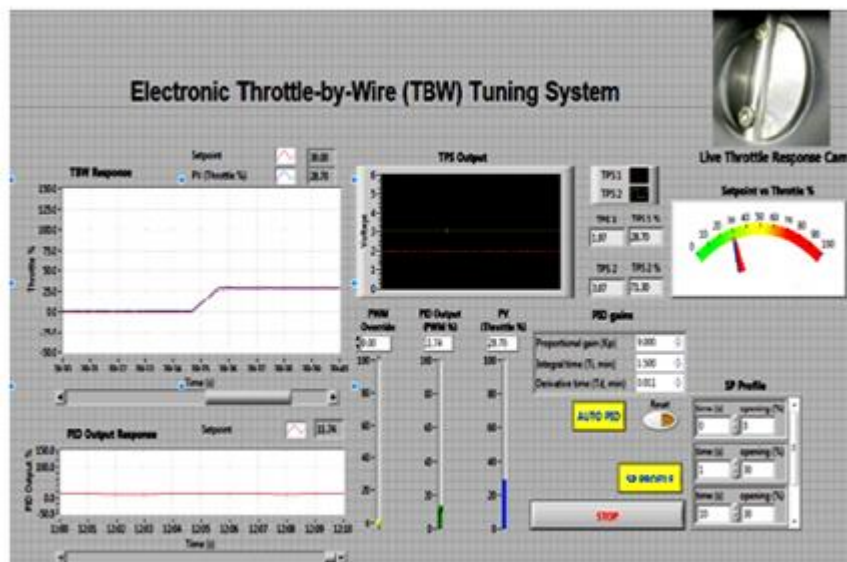


Gambar 3.1 Visualisasi Sistem *Pump-probe Spectroscopy*.

- 5) Gambar sudah diperbesar, seperti:



Gambar 2.7 Skematika Umum Sistem Pump-Probe Spectroscopy



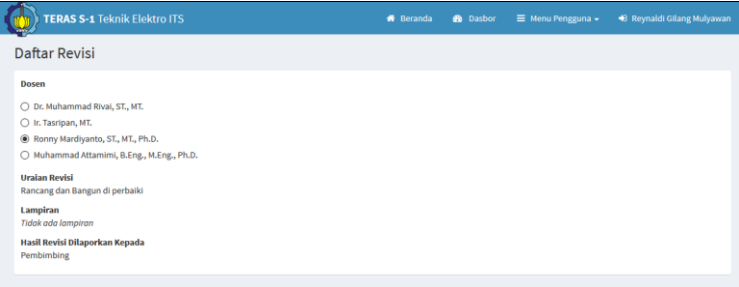
Gambar 2.12 Control Panel dari LabVIEW





**DAFTAR REVISI / PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Reynaldi Gilang Mulyawan  
NRP : 07111640000108  
Judul Proposal Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pump-Probe Spectroscopy Sebagai Metode Dalam Analisis Dinamika Elektron pada Larutan  
Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Rivai, ST, MT.  
: Dr. Isnaeni, M.Sc.

| Bab / Halaman | Uraian                                                                                                                    | Keterangan                                      |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|               |  <p>Rancang dan Bangun di perbaiki</p> | Sudah direvisi: Lihat Lampiran-6 dan Lampiran-7 |

**Catatan:**

Harap direvisi sesuai dengan uraian yang diberikan.  
Selesai revisi harap ditunjukkan ke dosen penguji dan diparaf.  
Jika tidak ada revisi tolong diberi tanda TIDAK ADA REVISI.

Surabaya, 14 July 2020 .  
Dosen Penguji/Pembimbing,

Dr, Muhammad Rivai, ST, MT.  
NIP. 196904261994031003





Lampiran-6

- 1) Telah diperbaiki di judul TA:  
Judul bahasa Indonesia:



TUGAS AKHIR - EE 184801

**Perancangan Sistem Pump-Probe Spectroscopy  
Sebagai Metode Dalam Analisis Dinamika  
Elektron pada Larutan**

Reynaldi Gilang Mulyawan  
NRP 07111640000108

Dosen Pembimbing  
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.  
Dr. Isnaeni, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro Dan Informatika Cerdas  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS  
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Gedung B, C & AJ Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp. (031) 5947302, 5994251-55 (Ext.1206, 1239) Fax. (031) 5931237  
Email: [elits@ee.its.ac.id](mailto:elits@ee.its.ac.id) - Website: [its.ac.id/telektro](http://its.ac.id/telektro)

---

Lampiran-7

Judul Bahasa Inggris:



FINAL PROJECT - EE 184801

***Design of Pump-Probe Spectroscopy System as A  
Method of Analysis of Electronic Dynamic of  
Solutions***

Reynaldi Gilang Mulyawan  
NRP 07111640000108

Supervisor  
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.I.  
Dr. Isnaeni, M.Sc

***ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2020***



**DAFTAR REVISI / PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Reynaldi Gilang Mulyawan  
NRP : 07111640000108  
Judul Proposal Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pump-Probe Spectroscopy Sebagai Metode Dalam Analisis Dinamika Elektron pada Larutan  
Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Rivai, ST, MT.  
: Dr. Isnaeni, M.Sc.

| Bab / Halaman | Uraian | Keterangan                                         |
|---------------|--------|----------------------------------------------------|
|               |        | Sudah direvisi:<br>Lihat Lampiran-8 dan Lampiran-9 |

**Catatan:**

Harap direvisi sesuai dengan uraian yang diberikan.  
Selesai revisi harap ditunjukkan ke dosen penguji dan diparaf.  
Jika tidak ada revisi tolong diberi tanda TIDAK ADA REVISI.

Surabaya, 14 July 2020 .  
Dosen Penguji/Pembimbing,

Muhammad Attamimi, B.Eng., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 1985201711309



#### Lampiran-8

Telah ditambahkan di bab III, menambahkan spesifikasi komponen-komponen yang digunakan beserta *electrical pinout*-nya:

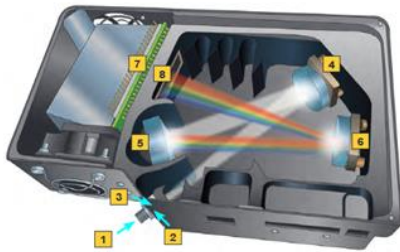
Akuisisi data ultra-cepat dilakukan dengan merekam jejak spectra intensitas yang diakuisisi oleh spektrofotometer MayaPro2000 [22]. Komponen yang terdaftar pada gambar 3.3 adalah sebagai berikut:

- 1) SMA905 Connector  
Sebagai konektor *fibre optic* ke dalam spektrofotometer
- 2) Kisi Masukan  
Untuk mengontrol cahaya yang masuk dari konektor.
- 3) Longpass Filter  
Untuk menyaring panjang gelombang yang tidak diinginkan, dengan pilihan filter pada panjang gelombang di bawah 305 nm sampai 590 nm.
- 4) Cermin Kolimasi  
Untuk meng-kolimasi cahaya yang sudah keluar dari filter, dan kemudian akan disalurkan ke kisi.
- 5) Kisi  
Kisi yang dapat dimodifikasi untuk menentukan panjang gelombang dari cahaya yang masuk.
- 6) Cermin Fokus  
Memfokuskan cahaya yang sudah keluar dari kisi agar tidak terhamburkan.
- 7) Detektor Hamamatsu  
Untuk mendeteksi cahaya masuk dengan resolusi pixel 2048 x 64. Memiliki *integration time* sebesar 7.2ms - 5 sekon serta efisiensi kuantum lebih dari 90%.
- 8) OFLV Filter  
Pada optika non-linier, digunakan untuk memblokir cahaya orde dua maupun tiga.

Data spectra yang didapatkan oleh MayaPro2000, sebagaimana yang ditunjukkan pada mekanisme gambar 3.3, masih berupa intensitas per panjang gelombang, sehingga diperlukan sedikit modifikasi untuk mengambil data intensitas terhadap waktu, dengan input berupa panjang gelombang yang diinginkan.



## Lampiran-9



Gambar 3.3 Visualisasi spektrofotometer MayaPro2000 [22].

Detail pinout dari spektrofotometer MayaPro2000 telah ditampilkan pada gambar 3.4. Konektor yang digunakan untuk menyambung semua pin ini ialah Pak50TM. Pin 1 dan 2 diperuntukkan masing-masing untuk *transmitter/receiver* RS232. Sedangkan pin 3, 7, 9, 11, 16, 18, 22, 26, 28, dan 30 digunakan sebagai pin GPIO. Pin 4, 13, 19, 21, 23, dan 24 tidak terkoneksi pada perangkat spektrofotometer. Untuk input VCC terdapat pada pin 12 dan 14, sedangkan untuk ground terdapat pada pin 5, 27 dan 29. Spektrofotometer MayaPRO2000 juga mendukung penggunaan I2C dengan pin clock dan data yang terdapat pada nomor 6 dan 8. Adapun input lainnya berupa input TTL trigger pada pin 10 dan input SPI data pada pin 15. Sedangkan output untuk stroboscope terdapat pada pin 17 dan 20.

| Pin orientation |                                          |
|-----------------|------------------------------------------|
| 1               | 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 |
| 1               | 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29    |

Gambar 3.4 Pinout spektrofotometer MayaPro2000 [22]

30



Gambar 3.5 Visualisasi *delay stage* Newport DL325 [23].

Pada gambar 3.5 juga dicantumkan *pinout* dari *delay stage* Newport DL325. Pada konektor motor, terdapat tiga jenis motor, yakni motor U, V, dan W yang direpresentasikan pada pin 1, 2, 5, 6, 7, dan 8. Motor tersebut digunakan untuk mengatur *roll*, *pitch*, dan *yaw* dari pergerakan motor pada Newport DL325. Terdapat 12 pin yang tidak memiliki koneksi, yakni pin 3, 4, 10, 11, 12, 13, 25, 16, 19, 20, 23, 24, dan 25. Pin VCC terdapat pada pin 21 dan ground terdapat pada pin nomor 14, 16, dan 22. Ada juga pin yang disediakan untuk *thermistor*, *service management bus* (SMB) clock dan data, yang masing-masing terdapat pada pin 9, 17, dan 18.

Sedangkan pada konektor encoder, terdapat pin berupa sine, cosine, dan index pulse I yang digunakan sebagai *feedback signal position* pada posisi *delay stage*, yang digunakan untuk mengetes apakah *delay stage* merespon perintah yang diberikan user atau tidak dengan pergerakan sesuai dengan sinyal yang diberikan. Pin untuk sinyal-sinyal tersebut terdapat pada pin 4, 6, dan 8. Sedangkan untuk *inverse* kebalikan dari sinyal tersebut terdapat pada pin 13, 15, dan 17. Pin 5 dan 14 menandakan posisi *end-of-run* atau posisi terakhir dari *delay stage*. Pin yang tersisa merupakan pin VCC dan pin ground, masing-masing terdapat pada pin 1, 19, serta 7, 25, dan 26.

31

Adapun *delay* yang diinginkan pada pengukuran disesuaikan dengan tahapan pergerakan pada *delay stage* DL125, yang dimana kecepatan per tahapan gerakan dapat diatur juga, sesuai pada gambar 3.4 [24]. Dengan jarak tempuh hingga 125 mm  $\pm$  1.5  $\mu$ m dan jarak minimum pergerakan sebesar 75 nm, DL125 mampu memberikan resolusi *delay* yang sangat tinggi pada cahaya laser *probe*.

### Motor Connector (SUB-D25M)

|    |                       |    |                  |
|----|-----------------------|----|------------------|
| 1  | U Motor               | 14 | Ground           |
| 2  | U Motor               | 15 | N.C.             |
| 3  | N.C.                  | 16 | Ground           |
| 4  | N.C.                  | 17 | Reserved (SMDAT) |
| 5  | V Motor               | 18 | Reserved (SMCLK) |
| 6  | V Motor               | 19 | N.C.             |
| 7  | W Motor               | 20 | N.C.             |
| 8  | W Motor               | 21 | +5V              |
| 9  | Reserved (Thermistor) | 22 | Ground           |
| 10 | N.C.                  | 23 | N.C.             |
| 11 | N.C.                  | 24 | N.C.             |
| 12 | N.C.                  | 25 | N.C.             |
| 13 | N.C.                  |    |                  |

### Encoder Connector (HD26M)

|    |               |    |                |
|----|---------------|----|----------------|
| 1  | +5V           | 14 | + End-of-Run   |
| 2  | N.C.          | 15 | /Sine          |
| 3  | N.C.          | 16 | N.C.           |
| 4  | Cosine        | 17 | Index Pulse /I |
| 5  | - End-of-Run  | 18 | N.C.           |
| 6  | Sine          | 19 | +5V            |
| 7  | Ground        | 20 | N.C.           |
| 8  | Index Pulse I | 21 | N.C.           |
| 9  | N.C.          | 22 | N.C.           |
| 10 | N.C.          | 23 | N.C.           |
| 11 | N.C.          | 24 | N.C.           |
| 12 | N.C.          | 25 | Ground         |
| 13 | /Cosine       | 26 | Ground         |

Gambar 3.6 Diagram *pinout* motor dan encoder pada Newport DL325 [23]