

**DESAIN *FILTER* OPTIK ELLISA (*EXPERIMENT LAPAN LINE IMAGER SPACE APPLICATION*) UNTUK SATELIT LAPAN-A4  
ELLISA (*EXPERIMENT LAPAN LINE IMAGER SPACE APPLICATION*)  
OPTICAL FILTER DESIGN FOR LAPAN-A4 SATELLITE**

Sartika Salaswati, A. Hadi Syafrudin  
Pusat Teknologi Satelit, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)  
[sartika.salas@gmail.com](mailto:sartika.salas@gmail.com)

**Abstrak**

*ELLISA (Experiment LAPAN Line Imager Space Application)* adalah sensor CCD KLI-4104 yang nantinya akan ditempatkan pada satelit LAPAN-A4. Desain *filter* optik *ELLISA* untuk menghasilkan spektral respon yang sesuai dengan kebutuhan telah dibuat. Desain yang dibuat mengacu pada *datasheet* KLI-4104 dan spektral respon LANDSAT maupun LISA LAPAN-A3. Hasil menunjukkan spektral respon yang sesuai dengan kebutuhan dapat dihasilkan dengan menggunakan 3 CCD KLI-4104 dengan 3 jenis *filter* optik yang berbeda.  
Kata kunci: desain, *filter* optik ELLISA.

**Abstract**

*ELLISA (Experiment LAPAN Line Imager Space Application)* is CCD KLI-4104 sensor will be placed on LAPAN-A4 satellite. *ELLISA's* optical filter design to produce required spectral response have been made. Design refers to KLI-4104 *datasheet* and spectral response of LANDSAT and LISA LAPAN-A3 satellite. The result show that required spectral response can be generated using 3 CCD KLI-4104 sensor with 3 different types optical filters.  
Keywords: design, *ELLISA* optical filter.

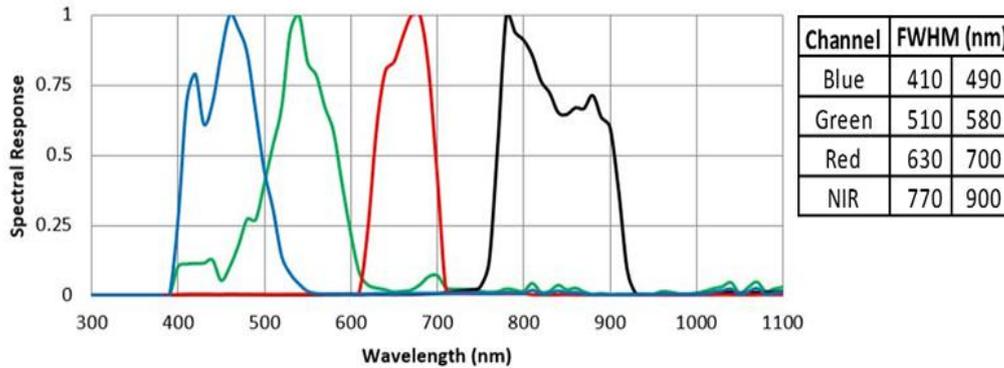
**1. PENDAHULUAN**

*Filter* adalah sebuah *device* atau alat yang dapat meloloskan sinyal tertentu dan menghentikan sinyal lainnya [1][2]. Dalam elektronika dan komunikasi terdapat berbagai macam *filter*, hal yang sama juga terdapat pada dunia optik atau dikenal dengan *filter* optik. *Filter* optik adalah *device* atau alat yang dapat meloloskan panjang gelombang (*wavelength*) tertentu dan membloking panjang gelombang lainnya. *Filter* optik digunakan pada mikroskop fluorescence, photography, instrument optik, spectroscopy, dan lain-lain [1][3]. Terdapat beberapa jenis *filter* optik yaitu *bandpass filter*, *longpass filter*, dan *shortpass filter*. *Bandpass filter* adalah *filter* yang mentransmisikan *range wavelength* atau frekuensi tertentu dan membloking *wavelength* atau frekuensi diluarnya [2]. Dilambangkan dengan *center of wavelength* (CWL) dan *bandwidth* (FWHM) [4]. *Shortpass filter* adalah *filter* optik yang membloking *longer wavelength* dan mentransmisikan *shorter wavelength*. Sementara *longpass filter* sebaliknya, yaitu membloking *shorter wavelength* dan mentransmisikan *longer wavelength* [3][5]. Spektral respon digambarkan sebagai sensitivitas sensor terhadap *optical radiation* pada panjang gelombang yang berbeda. Spektral respon merupakan gambaran dari sensitivitas sensor terhadap sumber inputnya [6][7]. Dari spektral respon tersebut kita dapat mengetahui seberapa besar sensitivitas sensor pada *wavelength* tertentu.

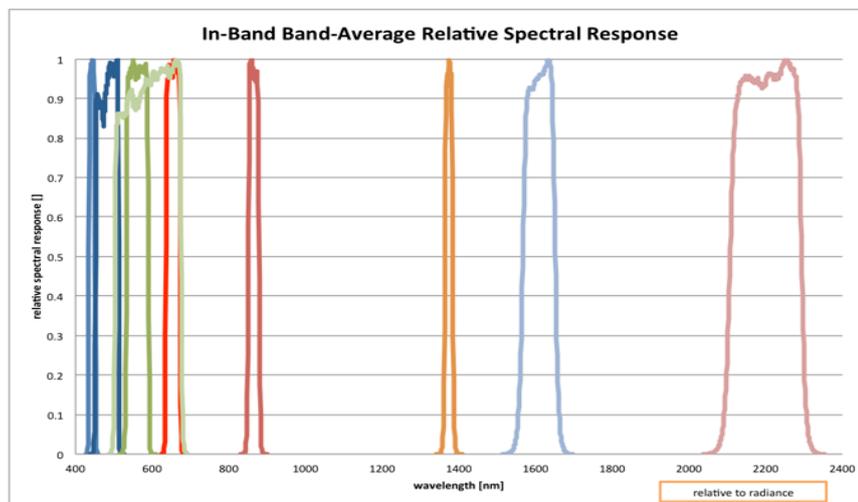
Penggunaan *filter* optik pada sensor *line imager* satelit LAPAN telah diterapkan pada satelit LAPAN-A3. LISA LAPAN A-3 telah menggunakan *filter* optik untuk menghasilkan spektral respon yang dibutuhkan. Penggunaan *filter* tersebut dirasakan cukup optimal untuk membloking panjang gelombang (*wavelength*) yang tidak dibutuhkan. Oleh sebab itu, penggunaan *filter* optik tersebut juga akan digunakan pada *imager experiment* satelit LAPAN-A4 (ELLISA). Dibutuhkan desain atau simulasi *filter* yang akan digunakan untuk mengetahui spektral respon dan *range* FWHM yang dapat dihasilkan oleh ELLISA. Dengan dilakukannya proses desain atau simulasi tersebut diharapkan spektral respon yang dihasilkan oleh ELLISA sesuai dengan yang diharapkan.

## 2. METODOLOGI

Metode yang dilakukan untuk mendesain *filter* optik ELLISA yaitu dengan menentukan spektral respon yang dibutuhkan. Spektral respon yang dibutuhkan mengacu pada spektral response LISA LAPAN-A3 dan OLI LANDSAT 8. Berikut adalah tabel spektral respon LISA LAPAN-A3 dan OLI LANDSAT 8 yang dijadikan acuan.



Gambar 1. Spektral respon dan tabel spektral LISA LAPAN-A3 [8]

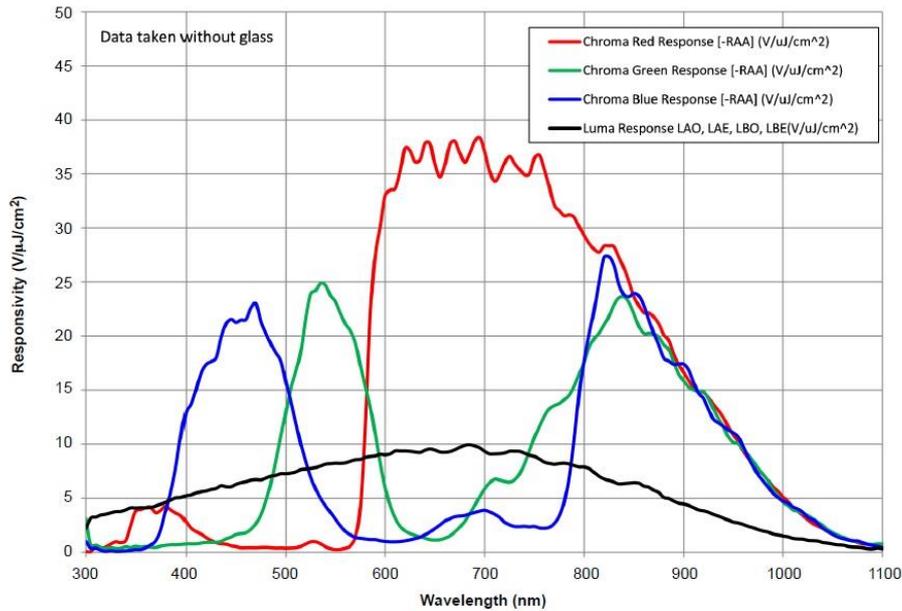


Gambar 2. Spektral respon OLI-LANDSAT 8 [9]

Tabel 1. Data spektral OLI-LANDSAT 8 [9]

Band	Bandwidth [nm]	FWHM wavelength [nm]		Center Wavelength [nm]
		lower	upper	
CA	15.98	434.97	450.95	442.96
Blue	60.04	452.02	512.06	482.04
Green	57.33	532.74	590.07	561.41
Red	37.47	635.85	673.32	654.59
NIR	28.25	850.54	878.79	864.67
SWIR1	84.72	1566.50	1651.22	1608.86
SWIR2	186.66	2107.40	2294.06	2200.73
Pan	172.40	503.30	675.70	589.50
Cirrus	20.39	1363.24	1383.63	1373.43

Berdasarkan nilai FWHM dari kedua sensor (LISA dan OLI), ELLISA diharapkan memiliki *range wavelength* serupa, kedua referensi tersebut dijadikan acuan karena citra yang dihasilkan oleh kedua sensor tersebut telah menghasilkan citra yang berkualitas. Setelah diketahui *range* FWHM yang dibutuhkan, kemudian dirancanglah *filter* optik berbasis spektral KLI-4104 (sensor ELLISA). Spektral respon CCD KLI-4104 adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Spektral respon CCD KLI-4104 [10]

Spektral tersebut terdiri dari spektral respon Chroma RGB dan Luma Monokrom. Spektral respon Chroma memiliki resolusi medium (MR) sementara spektral respon Luma memiliki resolusi tinggi (HR). Berdasarkan kebutuhan, *filter* yang akan dibuat yaitu *filter* untuk tiga CCD KLI-4104. CCD 1 untuk menghasilkan spektral merah dengan resolusi tinggi (HR) dan resolusi medium (MR), CCD 2 untuk menghasilkan spektral panchromatic (HR), hijau (MR), dan biru (MR). Sementara CCD 3 untuk menghasilkan spektral NIR (HR dan MR). Secara ringkas output yang diharapkan digambarkan pada tabel berikut :

Tabel 2. Data target spektral ELLISA

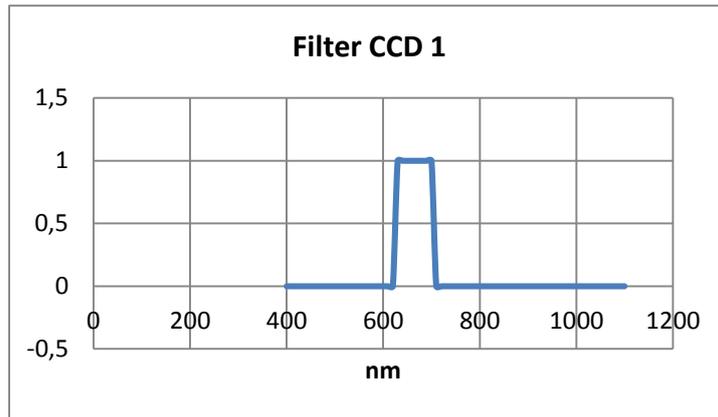
CCD	Band	FWHM (nm)	
1	R-HR	630	700
1	R-MR	630	700
2	P-HR	503	678
2	G-MR	510	580
2	B-MR	440	510
3	N-HR	770	900
3	N-MR	770	900

Dari tabel tersebut, maka dirancanglah 3 jenis *filter* untuk masing-masing CCD agar menghasilkan output seperti pada tabel 2 dengan bantuan Ms. Excel.

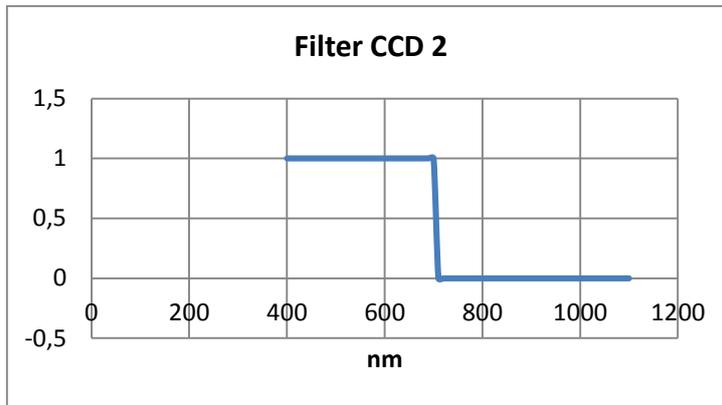
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil

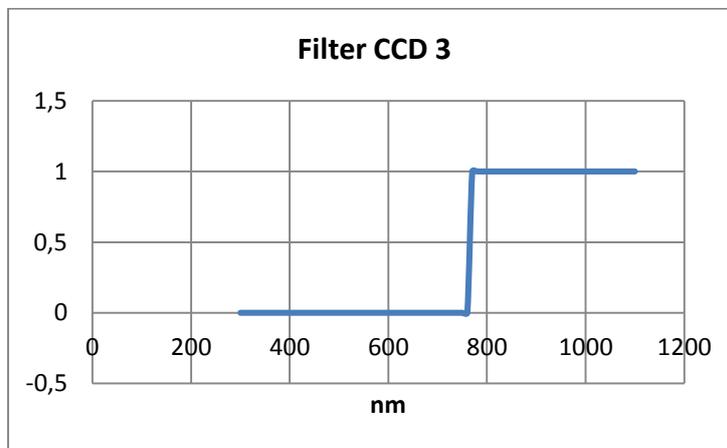
Berdasarkan metodologi pada point 2, dibuatlah desain *filter* untuk tiga sensor CCD KLI-4104. Dengan masing-masing output CCD yang diharapkan seperti pada Tabel 2. Gambar 3-1 merupakan *filter* yang dibuat untuk menghasilkan output yang mendekati nilai FWHM pada Tabel 2.



(a)



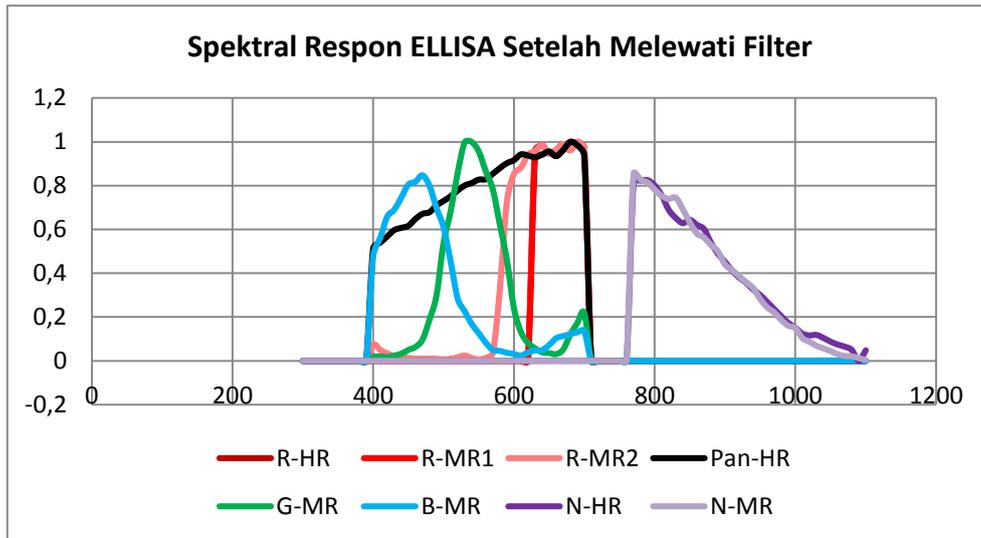
(b)



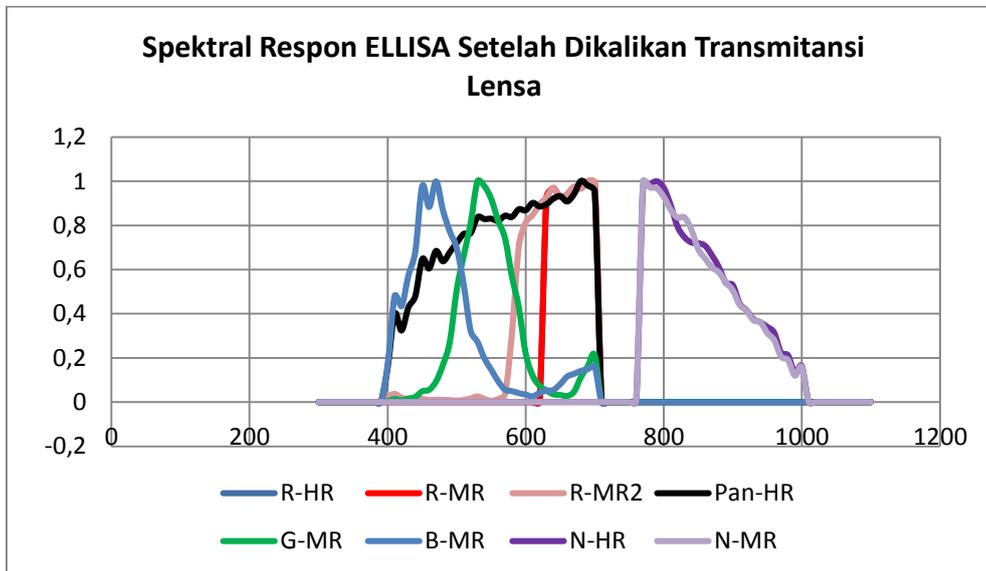
(c)

**Gambar 4. Filter untuk (a) CCD 1, (b) CCD 2, (c) CCD 3**

Spektral input CCD KLI-4104 setelah melewati masing-masing *filter* menghasilkan spektral respon seperti pada gambar 4 (a), kemudian dikalikan dengan tranmitansi lensa sehingga menghasilkan spektral respon seperti pada gambar 4(b). FWHM spektral respon yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.



(a)



(b)

**Gambar 5. Respon filter ELLISA (a) setelah melewati filter, (b) setelah melewati filter dan dikalikan transmittansi lensa**

**Tabel 3. Data spektral ELLISA (berdasarkan desain). (a) Setelah melewati filter, (b) setelah melewati filter dan dikalikan transmittansi**

(a)				(b)			
CCD	Band	FWHM (nm)		CCD	Band	FWHM (nm)	
1	R-HR	630	700	1	R-HR	630	700
1	R-MR	630	700	1	R-MR	630	700
2	R-MR	585	700	2	R-MR	585	700
2	P-HR	400	700	2	P-HR	440	700
2	G-MR	500	590	2	G-MR	500	580
2	B-MR	400	510	2	B-MR	430	510
3	N-HR	770	890	3	N-HR	770	900
3	N-MR	770	890	3	N-MR	770	900

### **3.2. Pembahasan**

Hasil menunjukkan bahwa dibutuhkan tiga jenis *filter* optik yang berbeda untuk menghasilkan respon spektral dengan FWHM yang diharapkan (Tabel 2). *Filter* tersebut yaitu, *bandpass filter* pada CCD 1, *shortpass filter* pada CCD 2, dan *longpass filter* pada CCD 3. Jenis *filter* tersebut dibuat dengan memperkirakan *range* FWHM yang ingin dihasilkan pada masing-masing CCD. CCD 1 menggunakan *bandpass filter* karena difokuskan untuk menghasilkan spektral merah dengan *range* FWHM 630-700 nm, CCD 2 menggunakan *shortpass filter* karena dirancang untuk menghasilkan 3 jenis spektral dengan *range* 400-700 nm, sementara CCD 3 menggunakan *longpass filter* karena dirancang untuk menghasilkan spektral dengan *range* 770-900 nm.

CCD 1 setelah melewati *filter* menghasilkan spektral respon merah dengan resolusi tinggi (R-HR) dan medium (R-MR). FWHM yang dihasilkan setelah melewati *filter* maupun setelah dilakukan transmansi terdapat pada *range* 630 – 700 nm. *Range* tersebut dapat dikatakan sesuai dengan target yang diharapkan. CCD 2 setelah melewati *filter* menghasilkan empat jenis spektral, yaitu spektral merah dengan resolusi medium (R-MR), spektral pankromatik dengan resolusi tinggi (P-HR), spektral hijau dengan resolusi medium (G-MR), dan spektral biru dengan resolusi medium (B-MR). Masing-masing memiliki *range* 585-700 untuk R-MR, 400-700 nm untuk P-HR, 500-590 nm untuk G-MR, dan 400-510 nm untuk B-MR. Setelah dikalikan dengan transmansi lensa terdapat perubahan *range* FWHM pada P-HR, G-MR, dan B-MR yaitu 440-700 nm untuk P-HR, 500-580 nm untuk G-MR, dan 430-510 nm untuk B-MR. Pada CCD 2 ini fokus pada spektral biru yang ditargetkan memiliki *range* FWHM 440-510 nm. Akan tetapi, desain menunjukkan *filter* yang dapat dibuat dengan spektral input yang dimiliki CCD KLI-4104 hanya mampu memiliki *range* FWHM dari 430-510 nm. Sementara spektral pankromatik, merah, dan hijau hanya dapat menyesuaikan spektral input CCD KLI-4104 dan menyesuaikan target FWHM spektral biru. Dari simulasi tersebut dapat dibandingkan antara target FWHM yang diinginkan tidak terlalu sesuai dengan desain yang dibuat, akan tetapi desain cukup mewakili *range* spektral pada masing-masing band/kanal. CCD 3 setelah melewati *filter* menghasilkan dua jenis *filter* yaitu spektral NIR dengan resolusi tinggi (N-HR) dan spektral NIR dengan resolusi medium (N-MR). *Range* FWHM yang dihasilkan masing-masing bernilai 770-890 nm, dan menjadi 770-900 nm setelah dikalikan transmansi lensa. Nilai tersebut sesuai dengan target spektral yang diharapkan (Tabel 2).

Secara keseluruhan spektral yang dihasilkan dari desain *filter* yang dibuat telah mewakili *range* masing-masing band yang dibutuhkan. Optimasi nilai *range* telah dilakukan. Pada CCD 1 dan 3, dapat dilakukan sesuai dengan target yang diharapkan karena hanya melibatkan satu jenis spektral pada masing-masing CCD tersebut (merah untuk CCD 1 dan NIR untuk CCD 3). Akan tetapi, hal ini sulit dilakukan pada CCD 2, karena pada CCD 2 ditargetkan untuk menghasilkan tiga jenis spektral sehingga optimasi spektral satu dengan lainnya akan saling mempengaruhi. Oleh karena itu dibuat desain dengan menjadikan spektral biru sebagai fokus sehingga dihasilkan spektral pankromatik dan spektral hijau yang cukup mewakili band/kanal tersebut.

## **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada point 3, maka dapat disimpulkan bahwa untuk menghasilkan spektral respon ELLISA seperti pada tabel 2 dibutuhkan tiga jenis *filter* untuk masing-masing sensor CCD KLI-4104. Pada CCD 1 digunakan *bandpass filter* untuk menghasilkan spektral R-HR dan R-MR pada *range* 630-700. Pada CCD 2 digunakan *shortpass filter* untuk menghasilkan R-MR (585-700 nm), P-HR (440-700 nm), G-MR (500-580 nm), dan B-MR (430-510 nm). Dan pada CCD 3 digunakan *longpass filter* untuk menghasilkan spektral N-HR dan N-MR dengan *range* 770-900 nm.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Ir. Mujtahid, MT selaku Kepala Pusat Teknologi Satelit Lapan dan Bapak Abdul Karim, ST, MT sebagai Kepala Bidang Program dan Fasilitas, atas arahan, bimbingan, serta fasilitas sehingga karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.

## **PERNYATAAN PENULIS**

Keseluruhan isi karya tulis ilmiah ini merupakan tanggung jawab penulis dan merupakan hasil karya penulis, semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Vijay Laxmi Kalyani and Varsha Sharma, 2016. Different types of Optical *Filters* and their Realistic Application, *Journal of Management Engineering and Information Technology (JMEIT)*, Vol. 3, Issue 3, ISSN : 2394-8124.
- [2] B.A. Shenoi, 2005. *Introduction to Digital Signal Processing and Filter Design*, John Willey & Sons, ISBN 0471656380.
- [3] Wikipedia, 2009. *Optical Filter*, tersedia di : [https://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_filter](https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_filter), diakses pada Mei 2018.
- [4] Jay Reichman, 2017. *Handbook of Optical Filters for Fluorescence Microscopy*, Chroma Technology Corp.
- [5] Turan Erdogan, 2011. *Optical Filters*, The Standard in Optical *Filters* for Biotech & Analytical Instrumentation.
- [6] Lighting Research Center, 2004. *Photosensor Tutorial*, tersedia di : <http://www.lrc.rpi.edu/programs/NLPIP/tutorials/photosensors/spectral.asp> , diakses pada Mei 2018
- [7] H. Mackel and A. Cuevas, 2001. *Spectral Response of The Photoconductance : A New Technique for Solar Cell Characterization*, ISES, Solar World Congress.
- [8] A. Hadi Syafrudin, Sartika Salaswati, and Wahyudi Hasbi, 2017. *Pre-Flight Radiometric Model of Linear Imager on LAPAN-IPB Satellite*, International Symposium on LAPAN-IPB Satellite (LISAT).
- [9] Julia A. Barsi, K. Lee, G. Kvaran, Brian L. Markham, and Jeffrey A. Pedelty, 2014. *The Spectral Response Landsat-8 Operational Land Imager*, ISSN 2072-4292.
- [10] Kodak, 2015. *KLI-4104 Linear CCD Image Sensor Datasheet*, Semiconductor Components Industries.