

PEMBUATAN RANGKAIAN OP-AMP UNTUK SENSOR UV-B

Suparno

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
Jl. dr. Djundjunaan 133 Bandung 40173
email: suparno@bdg.lapan.go.id

Abstrak

Spektrum UV-B adalah spektrum cahaya matahari pada panjang gelombang 280 – 315 nm. Spektrum ini dapat diukur dengan cara mengubah cahaya menjadi arus elektronik dengan menggunakan photo dioda OPT-301. Arus elektron yang dihasilkan sifatnya sangat lemah atau kecil sehingga diperlukan rangkaian penguat atau Op-amp. Rangkaian Op-amp ini menggunakan IC LM 315 dan menunjukkan kinerja yang cukup bagus. Hasil yang diharapkan dari suatu rangkaian Op-amp dengan menggunakan IC LM 315 dapat digunakan untuk memperkuat output dari photo dioda OPT-301.

Abstract

The spectrum of UV-B is the spectrum of the solarbeam in the long wave of (280-315) nm. This spectrum could be measured by means of changing the beam into the electronics current with using the photodiode OPT-301. The electron current characteristic that was produced was very weak or small so as to be needed by the stronger series or Op-amp. The series of Op-amp using IC LM 315 showed a good work. We hope that the results from the series of Op-amp using IC LM 315 could be used to reinforce output from the photodiode OPT-301.

1. PENDAHULUAN

Sinar ultraviolet (UV) sinar yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup di bumi (di daratan/ lautan) dan sebagai sintesis vitamin D, pembetukan siklus ozon, plangton di laut dalam jumlah tertentu. Bilamana keberadaan ozon yang sampai permukaan bumi melebihi nilai ambang batas, akan membahayakan kehidupan di bumi, contoh dapat merusak tanaman maupun tumbuh-tumbuhan serta menimbulkan berbagai penyakit seperti: katarak, kanker kulit, flek hitam pada wajah.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan perangkat keras di Bidang Jison Polud, pada percobaan ini diketengahkan pengembangan peralatan pendeteksi UV-B pada daerah panjang gelombang 280 – 315 nm. Dalam mengembangkan peralatan tersebut difokuskan pada OP Amp sebagai penguat sensor UV-B dari jenis sensor OPT-301.

1.1. Tujuan dan Sasaran

Tujuan dalam makalah ini adalah mengetengahkan rangkaian elektronik (OP Amp) sebagai penguat sensor UV-B yang dibuat sendiri dalam rangka meningkatkan kemandirian pada kebutuhan perangkat keras.

Sasarannya adalah diperolehnya rangkaian elektronik yang dapat digunakan sebagai penguat sensor dan pengukuran UV-B.

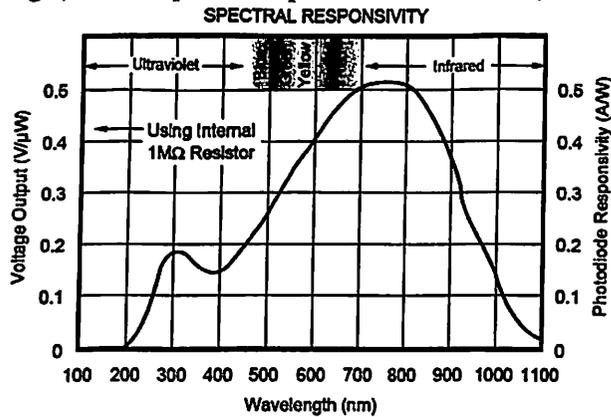
1.2. Metode Pembuatan

Dalam pembuatan perangkat keras pengukur UV yaitu dengan menggunakan sistem perancangan menggunakan PROTEL. Sebelumnya dilakukan sintesa di protoboard, setelah berhasil langsung dirancang di PCB dan dirangkai. Penyelesaian selanjutnya dilakukan ujicoba sistem PCB yang terintegrasi dan dicoba untuk kalibrasi.

2. PRINSIP KERJA SENSOR

Sensor UV yang digunakan merupakan Sensor Photo Dioda dengan panjang gelombang 200nm sampai 1100nm, dengan type OPT-301. Karena karakteristik sensor

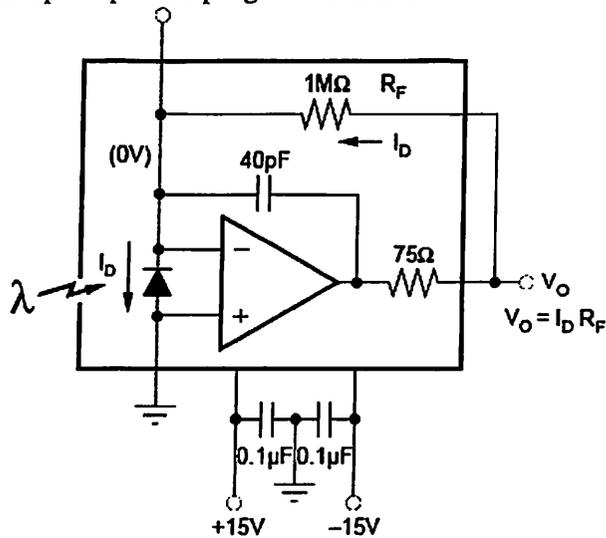
merupakan UV global dengan panjang gelombang 200nm – 1100nm, maka diperlukan beberapa filter untuk membatasi panjang gelombang yang terukur pada sensor, agar diperoleh panjang gelombang UV-B mulai 285nm – 315nm. Gambar 2.1. memperlihatkan daerah kerja sensor UV OPT-301 yang digunakan dalam pengembangan sistem perangkat keras yang dirancang. (Manual Spectral respon of OPT-301, 2006)



Gambar 2. 1. Karakteristik Respon Sensor UV OPT-301

2.1. Rangkaian OP-AMP

a) Rangkaian Op-Amp untuk penguatan sensor UV



Gambar 2.2. Rangkaian OP-Amp

Dari spesifikasi data pada datasheet yang ada, diketahui Arus I_D yang melewati Sensor Photocell OPT-301 adalah maksimal = 10 uA. (bila dalam kondisi sensor terkena cahaya matahari langsung dan tidak menggunakan filter)

Maka dari persamaan rangkaian diatas diketahui :

$$V_o = I_d \cdot R_f$$

$$V_o = 10\mu A \cdot 1M\Omega$$

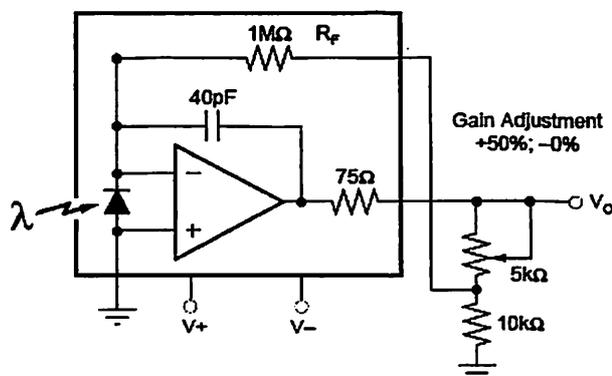
$$V_o = 10 \text{ Volt}$$

V_o tersebut merupakan V_o (keluaran tegangan) maksimal yang dikeluarkan rangkaian Op-Amp, maka besar kecilnya V_o tersebut tergantung pada perubahan arus sensor Photocell (I_d). Dari persamaan diatas diketahui bahwa besar kecilnya perubahan V_o tergantung pada perubahan pada karakteristik sensor Photocell,

Pada karakteristik sensor diketahui data spectral responsivity (respon) panjang gelombang yang terukur atau gelombang yang masuk ke sensor mulai dari 200 nm sampai 1100 nm, maka diperlukan beberapa filter untuk mengambil radiasi UV-B (280nm – 315nm)

2.2. Rangkaian Op-Amp Dengan Gain Offset

Untuk mempermudah setting penguatan yang kita inginkan, maka ditambahkan beberapa komponen untuk Gain Adjustment seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



Jika $R_f=1M\Omega$, $R_1=5K\Omega$, $R_2=10K\Omega$ maka :

$$V_o = \frac{R_1 + R_2}{R_2} I_d R_f$$

$$V_o = (5K\Omega + 10K\Omega / 10K\Omega) \cdot I_d \cdot R_f$$

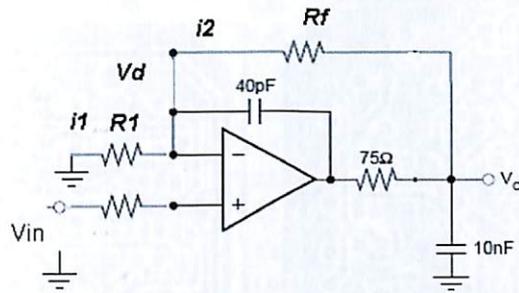
$$V_o = 1,5 \cdot 10\mu A \cdot 1M\Omega$$

$$V_o = 15 \text{ Volt}$$

Maka V_o bisa dikuatkan maksimal 15 Volt, dalam keadaan sensor (OPT-301) normal

2.3. Rangkaian Op-Amp Untuk Penguatan Akhir

Guna untuk memperkuat arus dari sensor ke Converter dengan panjang kabel 15 meter, maka digunakan penguatan akhir pada sensor dengan maksud tegangan V_o pada sensor akan sama besar dengan V_o setelah di Converter (tidak terjadi drop tegangan V_o), dan kami menggunakan penguatan noninverting dengan rangkaian seperti pada dibawah ini : (Guide Book Of OPAM. & OPAM National Semiconductor, 1998)



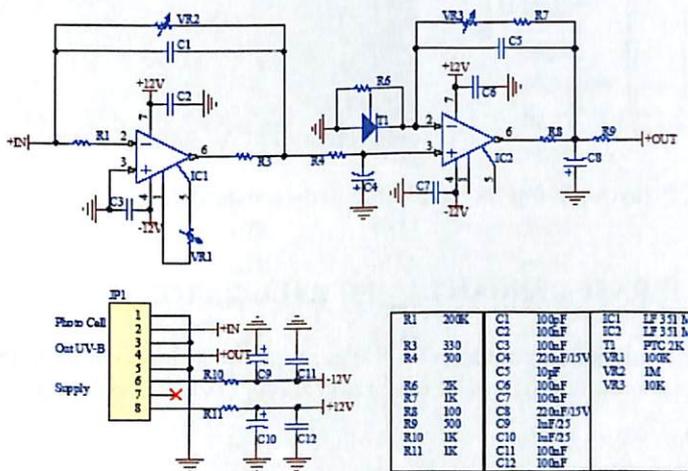
Mengingat $V_d = 0$, maka $V_1 = V_{in}$, dan $i_1 = V_{in}/R_1$. Karena $I_- = 0$, diperoleh $i_2 = i_1 = V_{in}/R_1$ dan $V_2 = (R_f/R_1) V_{in}$

$$v_o = \left[1 + \frac{R_f}{R_1} \right] v_{in}$$

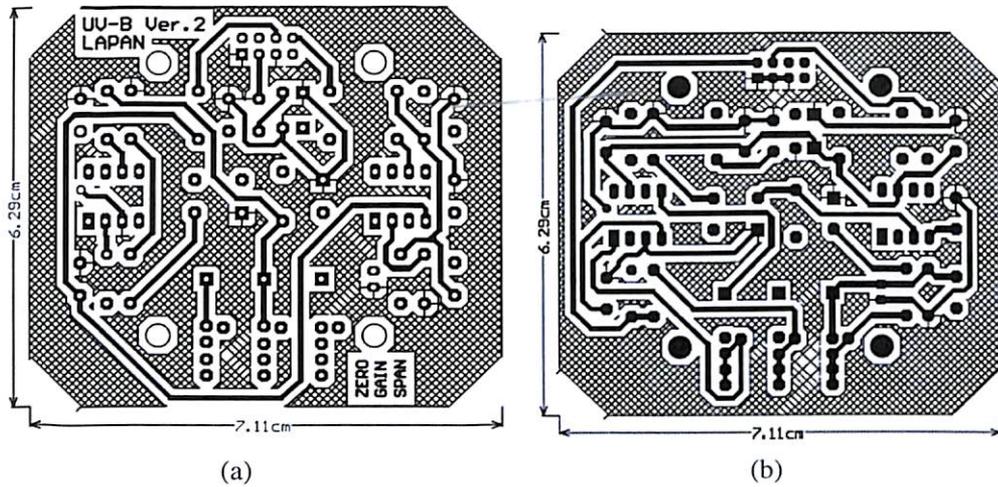
3. DESAIN DAN PEMBUATAN PCB SENSOR UVB

Setelah dilakukan beberapa percobaan dengan memakai rangkaian Op-Amp diatas, dan sudah menunjukkan ada hasil keluaran yang sesuai yang kita inginkan, maka langkah selanjutnya adalah membuat desain PCB. Untuk membuat desain PCB lay out, kita memerlukan program untuk membuat layout skematik ataupun PCB nya, salah satunya dengan menggunakan Program Protel DXP 2004.

Dalam program Protel DXP 2004 kita sudah bisa menampilkan hasil layout dengan auto sesuai dengan desain skematik, hasil layout seperti yang terlampir pada di bawah ini.

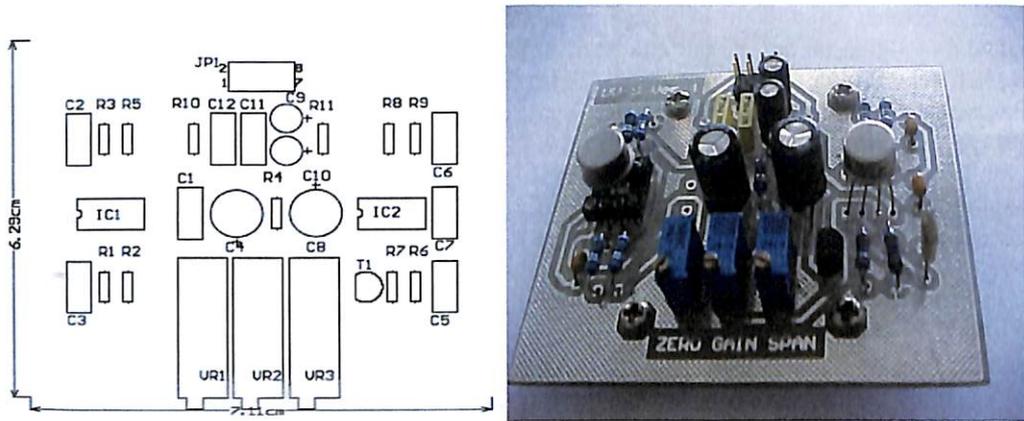


Gambar 3.1. Skematik Op-amp pada sensor



Gambar 3.2 Pembuatan PCB terintegrasi.

- (a). PCB top layer Op-amp pada sensor
- (b). PCB botom layer Op-amp pada sensor



Gambar 3.3. PCB layout komponen Op-Amp pada sensor dan setelah dirangkai

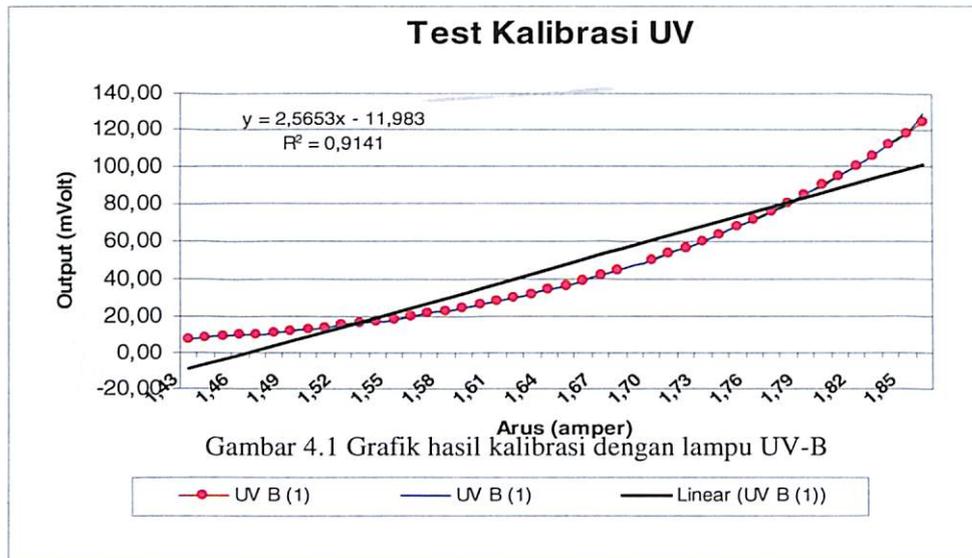
4. OUTPUT KALIBRASI DENGAN LAMPU KALIBRATOR UV-B

Setelah dilakukan pembuatan PCB dan perakitan komponen pada PCB, maka dilakukan kalibrasi output dengan alat kalibrator lampu UV-B yang kita punya.

Tabel 4.1. Data hasil kalibrasi seperti di bawah ini :

Input Current	Out (mV) 1	Out (mV) 2
1,43	7,56	7,52

1,44	8,18	8,17
1,45	8,81	8,80
1,46	9,47	9,53
1,47	10,26	10,27
1,48	11,03	11,11
1,49	11,87	11,94
1,50	12,81	12,88
1,51	13,83	13,84
1,52	14,83	14,83
1,53	15,98	15,94
1,54	17,18	17,20
1,55	18,36	18,40
1,56	19,72	19,73
1,57	21,15	21,17
1,58	22,70	22,67
1,59	24,37	24,28
1,60	26,03	26,01
1,61	27,78	27,82
1,62	29,78	29,66
1,63	31,82	31,86
1,64	34,04	33,87
1,65	36,29	36,20
1,66	38,69	38,60
1,67	41,22	41,09
1,68	43,95	43,90
1,69		46,78
1,70	49,94	49,69
1,71	52,84	52,97
1,72	56,35	56,08
1,73	59,85	59,59
1,74	63,33	63,35
1,75	67,35	67,35
1,76	71,14	71,13
1,77	75,62	75,55
1,78	80,13	79,86
1,79	84,95	84,42
1,80	90,44	89,38
1,81	94,75	94,53
1,82	100,22	99,80
1,83	106,05	105,66
1,84	112,03	111,83
1,85	118,13	117,92



Keterangan :

- **Arus (ampere)** : Input untuk catu daya pada sumber lampu UVB
- **Output (mVolt)** : Output yang terukur pada sensor ketika mendapat penyinaran dari kalibrator lampu UVB
- **UVB (1) rendah** : hasil grafik output dari sensor UVB dari sumber arus rendah ke sumber arus tinggi
- **UVB (2) tinggi** : hasil grafik output dari sensor UVB dari sumber arus tinggi ke sumber arus rendah
- **Linier UVB UVB (1)** : grafik linieritas hasil perhitungan output dari sensor UVB (1) dan UVB (2)

5. KESIMPULAN

Rangkaian tersebut dilakukan tes kalibrasi dengan menggunakan lampu UV-B menunjukkan bahwa :

1. Rangkaian Op Amp dapat dibuat sendiri dengan biaya yang relatif murah
2. Rangkaian Op Amp tersebut dapat digunakan untuk memperkuat arus output dari sensor UV-B
3. Hasil tes kalibrasi dengan UV-B menunjukkan korelasi yang hampir linier (koefisien korelasi rata-rata adalah 0.98).

6. DAFTAR RUJUKAN

1. Diskusi pribadi 2006, sumber: Manual Spectral Respon of OPT-301.
2. Diskusi pribadi 2006, sumber: Guide Book Of OPAM, 1998. & OPAM National Semiconductor.
3. Gary Zeman, Ultraviolet Radiation, Health Physic Society, <http://hps.org>. Download Juni 2006.