RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM MENGGUNAKAN *OP-AMP* 741 DENGAN SENSOR TEGANGAN UNTUK *INPUT* DAN *OUTPUT* SEBAGAI ALAT PRAKTIKUM DI LABORATORIUM TEKNIK TELEKOMUNIKASI

LAPORAN AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :

PEBRIYANTI 061830330874

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2021

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM MENGGUNAKAN *OP-AMP* 741 DENGAN SENSOR TEGANGAN UNTUK *INPUT* DAN *OUTPUT* SEBAGAI ALAT PRAKTIKUM DI LABORATORIUM TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :

FEBRIYANTI **061830330374**

Palembang, Maret 2021

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Abdul Rakhman, M.T.	Irawan Rusdi, S.T., M.Kom
NIP. 196006241990031002	NIP. 196511051990031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro	Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi
Ir. Iskandar Lutfi, M.T.	Cikusdan, S.T., M.kom
NIP. 196501291991031002	NIP. 196809071993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Pebriyanti
NIM	: 061830330874
Program Studi	: DIII Teknik Telekomunikasi
Jurusan	: Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Akhir yang telah saya buat ini dengan judul **"Rancang Bangun Modul Praktikum Menggunakan *Op-Amp* 741 dengan Sensor Tegangan untuk *Input* dan *Output* Sebagai Alat Praktikum di Laboratorium Teknik Telekomunikasi"** adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Palembang, Agustus 2021

Penulis,

yanti

061830330874

Dipindai dengan CamScanner

iii

Motto

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain." - ***(Q.S Al-Insyirah 6-7)***

"Jalani dan hadapilah apa yang telah menjadi keputusanmu" - Pebriyanti

Ku persembahkan untuk :

- *ALLAH SWT beserta Nabi Muhammad SAW*
- *Ibu Jariyah dan Bapak Pitri Mulyadi yang sudah membesarkan dan mendidikku serta mendo'akan segala kebaikan dari aku terlahir hingga saat ini*
- *Adik-adikku yaitu Novita Cahyani dan Elika Aulia Ashari yang telah mendukungku*
- *Keluarga Besar yang selalu mendo'akan serta memberikan semangat, bimbingan dan motivasi*
- *Kedua Dosen Pembimbing Bapak Ir. Abdul Rakhman, M.T. & Bapak Irawan Hadi, S.T., M.Kom*
- *Rekan-rekan seperjuangan Teknik Elektro, terkhusus Teknik Telekomunikasi angkatan 2017 dan perempuan kuat kelas 6TC*
- *Almamater tercinta*

ABSTRAK

Rancang Bangun Modul Praktikum Menggunakan Op-Amp 741 dengan Sensor Tegangan untuk Input dan Output Sebagai Alat Praktikum di Laboratorium Teknik Telekomunikasi
(2021 : xv + 70 Halaman + 9 Daftar Tabel + 62 Daftar Gambar + Lampiran)

Pebriyanti
Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya

Modul yang dibuat yaitu modul penguat operasional menggunakan *Op-Amp* 741 yang terdiri dari rangkaian penguat *inverting*, *non-inverting*, dan penjumlah yang dirancang menggunakan sensor tegangan untuk mempermudah mahasiswa dalam melakukan pengukuran. Sensor tersebut berfungsi untuk membaca tegangan dari input dan output rangkaian pada modul tersebut sehingga tampil dalam layar LCD 16x2. Pengukuran yang dilakukan pada modul ini yaitu dengan menghubungkan modul ke function generator yang berfungsi sebagai *input* atau masukan pada setiap rangkaian yang terdapat di modul yang akan diuji dan diberi tegangan yang berasal dari catu daya (*power supply*). Untuk melihat hasil keluaran gelombang sinyal kita hubungkan dengan osiloskop sebagai keluaran dari rangkaian. Hasil data pengukuran yang didapat ada 2 yaitu data pada osiloskop dan tampilan sensor tegangan. Pada osiloskop ada 2 data yang diambil yaitu gelombang sinyal saat tegangan minimum dan tegangan maksimum sedangkan pada sensor yaitu tampilan tegangan masukan dan tegangan keluaran. Keluaran gelombang sinyal yang dihasilkan pada seluruh rangkaian yaitu gelombang sinyal sinusoidal.

Kata kunci *:* *Modul, Penguat Operasional, Op-Amp 741, Sensor Tegangan.*

ABSTRACT

Design of Practicum Module Using Op-Amp 741 with Voltage Sensor for Input and Output as A Practical Tool in The Telecommunications Engineering Laboratory

(2021 : xv + 70 Pages + 9 Tables + 62 Pictures + Enclosures)

Pebriyanti
Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya

The module made is an operational amplifier module using an op-amp 741 which consists of an inverting, non-inverting, and summing amplifier circuit designed using a voltage sensor to make it easier for students to make measurements. The sensor fucntions to read the voltage from input and output circuits on the module so that it appears on a 16x2 LCD screen. Measurements made on this module are by connecting the module to a function generator that functions as an input to each circuit contained in the module to be tested and given a voltage from the power supply. To connect it with an oscilloscope as the output of the circuit. The results of the measurement data obtained are 2, namely the data on the oscilloscope and the display of the voltage sensor. On the oscilloscope there are 2 data taken, namely the signal wave at the minimum and maximum voltage while on the sensor the displat of the input voltage and output voltage. The output signal waveform generated in the entire circuit is a sinusoidal signal waveform.

Keywords: *Module, Operational Amplifiers, Op-Amp 741, Voltage Sensor.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpah rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikkan Laporan Akhir yang berjudul **"RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM MENGGUNAKAN OP-AMP 741 DENGAN SENSOR TEGANGAN UNTUK INPUT DAN OUTPUT SEBAGAI ALAT PRAKTIKUM DI LABORATORIUM TEKNIK TELEKOMUNIKASI".**

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan akademik guna menyelesaikkan pendidikan diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimkasih kepada :

1. Bapak Ir. Abdul Rakhman,M.T., sebagai Pembimbing I
2. Bapak Irawan Hadi, S.T.,M.Kom., sebagai Pembimbing II

Atas bimbingan dan pengarahan serta bantuan yang telah lepas dari segala bantuan yang telah diberikan dengan ikhlas selama pembuatan Laporan Akhir ini sampai dapat terselesaikkan Laporan Akhir ini dengan baik.

Dalam penyusun Laporan Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari beberapa pihak sehingga terselesaikan laporan ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T.,M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ciksadan, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.

6. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan moril dan materil untuk kuliah di Politeknik Negeri Sriwijaya
7. Teman-teman Mahasiswa Telkom Polsri Angkatan 2018 terutama kelas TC untuk para perempuan-perempuan kuat yang saling memberikan bantuan dalam dukungan.
8. Teruntuk Vio, Anggi, Cece, Icut dan Nisa terima kasih telah membantu dalam pembuatan Laporan Akhir ini dimana ada drama yang kita lalui Bersama.
9. Uli, Devi, Gebi, Alma dan teman-teman kosan yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah terlibat dan banyak membantu sehingga laporan akhir ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa masih ada banyak kekurangan dalam laporan ini, baik materi maupun penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu segala kritik dan saran, sangatlah penting bagi penulis agar penulis dapat segera memperbaikinya sehingga laporan ini dapat dijadikan sebagai sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan pembaca sekalian. Khususnya Mahasiswa/i Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2021

Pebriyanti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN KEASLIAN iii
MOTTO iv
ABSTRAK v
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 2
1.3. Batasan Masalah 2
1.4. Tujuan dan Manfaat 3
1.4.1 Tujuan 3
1.4.2. Manfaat 3
1.5. Metode Penulisan 4
1.6. Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Penguat Operasional 5
2.2. Fungsi Operational Amplifier 9
2.3. Sejarah Perkembangan Op-Amp 9
2.4. Jenis-Jenis Rangkaian Penguat Op-Amp (Operational Amplifier) 11
2.4.1. Penguat Op-Amp Linear 11
2.4.1.1. Penguat Tegangan Pembalik (Inveting Voltage Amplifier) 11
2.4.1.2. Penguat Tegangan Tak Pembalik
(Non-Inverting Voltage Amplifier) 13
2.4.1.3. Penguat Penjumlah 14

2.4.2. Penguat Op-Amp Non-Linear 15
2.4.2.1. Komparator (Pembanding) 15
2.4.2.2. Integrator 15
2.4.2.3. Rangkaian Differensiator 16
2.4.2.4. Diferensial 17
2.5. Komponen Modul 18
2.5.1. IC LM 741 18
2.5.2. Resistor 19
2.5.3. Sensor Tegangan 21
2.5.4. PCB (*Printed Circuit Board*) 21
2.5.5. Arduino 22
2.5.5.1. Rangkaian Koneksi Arduino dengan Sensor Tegangan 23
2.5.6. Arduino Nano 23
2.5.6.1. Konfigurasi Pin Arduino Nano 24
2.5.6.2. Spesifikasi Arduino Nano 26
2.5.6.3. Arduino IDE 27
2.5.7. Potensiometer 28
2.5.8. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 29
2.5.9. Kabel Jumper 30
BAB III RANCANG BANGUN 31
3.1. Pengertian Perancangan 31
3.2. Tujuan Perancangan 31
3.3. Blok Diagram 32
3.4. Langkah-Langkah Perancangan 33
3.4.1. Perancangan Hardware 33
3.4.1.1. Perancangan Elektronik 34
A. Skema Rangkaian 34
B. Pemilihan Komponen 37
C. Proses Pembuatan Rangkaian 38
3.4.1.2. Perancangan Mekanik 44
3.4.2. Perancangan Software 45

3.5. Prinsip Kerja Rangkaian Pada Modul 47
3.5.1. Penguat Inverting 47
3.5.2. Penguat Inverting Variabel 47
3.5.3. Penguat Non-Inverting 48
3.5.4. Penguat Non-Inverting Variabel 48
3.5.5. Penguat Penjumlah 48
BAB IV PEMBAHASAN 50
4.1. Pengukuran Alat 50
4.2. Tujuan Pengukuran Alat 50
4.3. Alat-alat yang Digunakan untuk Pengukuran 50
4.4. Langkah-langkah Pengukuran 51
4.5. Titik Pengukuran Pada Rangkaian 52
4.6. Data Hasil Pengukuran 54
4.7. Perhitungaan 59
4.8. Analisa Hasil Pengukuran 64
4.9. Spesifikasi Modul 67
BAB V PENUTUP 69
5.1. Kesimpulan 69
5.2. Saran 69
DAFTAR PUSTAKA .....
LAMPIRAN .....

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Op-Amp ideal dengan LM 741 6
Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Arduino Nano 26
Tabel 2.3 Spesifikasi LCD 16x2 30
Tabel 3.1 Daftar Komponen 37
Tabel 4.1 Tabel Pengukuran Rangkaian Penguat Penjumlah 54
Tabel 4.2 Tabel Pengukuran Rangkaian Penguat Inverting Variabel 55
Tabel 4.3 Tabel Pengukuran Rangkaian Penguat Inverting 56
Tabel 4.4 Tabel Pengukuran Rangkaian Penguat Non-Inverting 57
Tabel 4.5 Tabel Pengukuran Rangkaian Penguat Non-Inverting Variabel 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simbol Op-Amp Pada Rangkaian 6
Gambar 2.2 IC dan Kaki-Kaki Op-Amp LM 741 7
Gambar 2.3 Bagian LM 741 8
Gambar 2.4 Penguat Tegangan Pembalik 12
Gambar 2.5 Penguat Tegangan Tak Pembalik 13
Gambar 2.6 Penguat Penjumlah 14
Gambar 2.7 Rangkaian Komparator 15
Gambar 2.8 Rangkaian Integrator 16
Gambar 2.9 Rangkaian Differensiator 16
Gambar 2.10 Rangkaian Diferensial 17
Gambar 2.11 IC LM 741 18
Gambar 2.12 Resistor 20
Gambar 2.13 Sensor Tegangan 21
Gambar 2.14 Desain PCB 22
Gambar 2.15 Rangkaian oneksi Arduino UNO ke Sensor Tegangan 23
Gambar 2.16 Arduino Nano 24
Gambar 2.17 Konfigurasi Pin Arduino Nano 25
Gambar 2.18 Tampilan Software Arduino IDE 28
Gambar 2.19 Potensiometer 29
Gambar 2.20 LCD 16x2 30
Gambar 2.21 Kabel Jumper 30
Gambar 3.1 Blok Diagram Modul Praktikum Menggunakan Op-Amp 741 32
Gambar 3.2 Rangkaian Penguat Inverting 34
Gambar 3.3 Rangkaian Penguat Inverting Variabel 35
Gambar 3.4 Rangkaian Penguat Non-Inverting 35
Gambar 3.5 Rangkaian Penguat Non-Inverting Variabel 36
Gambar 3.6 Rangkaian Penguat Penjumlah 36
Gambar 3.7 Layout Rangkaian Inverting 38
Gambar 3.8 Layout Rangkaian Inverting Variabel 38

Gambar 3.9 Layout Rangkaian Non-Inverting 39
Gambar 3.10 Layout Rangkaian Non-Inverting Variabel 39
Gambar 3.11 Layout Rangkaian Penjumlah 39
Gambar 3.12 Tata Letak Komponen Inverting 41
Gambar 3.13 Tata Letak Komponen Inverting Variabel 41
Gambar 3.14 Tata Letak Komponen Non-Inverting Variabel 41
Gambar 3.15 Tata Letak Komponen Non-Inverting Variabel 42
Gambar 3.16 Tata Letak Komponen Penjumlah 42
Gambar 3.17 Tata Letak Komponen Setiap Rangkaian pada PCB 42
Gambar 3.18 Tampilan Layout 43
Gambar 3.19 Skema Rangkaian Pada Sensor 44
Gambar 3.20 Bagian dalam Modul 44
Gambar 3.21 Desain Modul Op-Amp 45
Gambar 3.22 Tampilan awal software Arduino IDE 45
Gambar 3.23 Tampilan program LCD 46
Gambar 3.24 Tampilan program sensor tegangan 46
Gambar 4.1 Rangkaian Pengukuran 51
Gambar 4.2 Tampilan Depan Modul 53
Gambar 4.3 (a) 54
Gambar 4.3 (b) 54
Gambar 4.3 (c) 54
Gambar 4.4 (a) 55
Gambar 4.4 (b) 55
Gambar 4.4 (c) 55
Gambar 4.5 (a) 56
Gambar 4.5 (b) 56
Gambar 4.5 (c) 56
Gambar 4.6 (a) 57
Gambar 4.6 (b) 57
Gambar 4.6 (c) 57
Gambar 4.7 (a) 58

Gambar 4.7 (b) 58
Gambar 4.7 (c) 58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir (LA) Pembimbing I
Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir (LA) Pembimbing II
Lampiran 3. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
Lampiran 4. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
Lampiran 5. Lembar Progress Kemajuan Laporan Akhir
Lampiran 6. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
Lampiran 7. Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
Lampiran 8. Lembar Peminjaman Alat
Lampiran 9. Datasheet IC LM 741