

IMPLEMENTASI OSILOSKOP DIGITAL MENGGUNAKAN RASPBERRY PI PICO W BERBASIS OS ANDROID

Meisyaroh Azzahra¹, Imam Fadhilah², Muhammad Rusdi³

Teknik Telekomunikasi^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

meisyarohazzahra@students.polmed.ac.id¹, imamfadhilah@students.polmed.ac.id²,

mrusdi@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Di era digitalisasi ini, penggunaan android sangat cepat oleh hampir semua kalangan, sehingga untuk mempelajari bentuk gelombang dan frekuensi sinyal listrik dalam rangkaian elektronika, diperlukan sebuah osiloskop. Osiloskop adalah instrumen laboratorium yang dapat menganalisis bentuk sinyal elektrik melalui grafik tegangan sinyal yang dapat berubah seiring waktu. Penelitian ini bertujuan membuat instrumen interface osiloskop digital yang penggunaannya mudah dan biayanya terjangkau bagi banyak kalangan terutama mahasiswa karena terintegrasi dengan android dan mengimplementasikan alat proyeksi pengukur sinyal elektrik digital yang divisualisasikan melalui android yang pengukuran sinyalnya dilakukan oleh Raspberry Pi Pico W. Sistem dirancang dengan menghubungkan Raspberry Pi Pico W sebagai MCU yaitu pin ADC0 dan ADC1 ke sirkuit AFE (Analog Front End) sebagai pengatur tegangan, kemudian menghubungkan Analog Power Supply pada rangkaian AFE, serta menghubungkan header sebagai interface output pada signal generator dan interface input pada logic analyzer sehingga sinyal yang diukur oleh mikrokontroler Raspberry Pi Pico akan ditampilkan pada Scopy. Rekonstruksi bentuk gelombang yang akan ditampilkan melalui Scopy yaitu dimulai dengan pengubahan sinyal ke kode-kode biner penyimpanan dalam memori mikrokontroler Raspberry Pi Pico W. Kemudian dari data yang diperoleh menunjukkan bentuk sinyal (PWM/sine) dan nilai sinyal elektrik yang terpengaruh oleh perubahan besar nilai time/div yang digunakan secara variabel.

Kata Kunci : *Interface, Osiloskop, Pico, Logic Analyzer, Scopy*

PENDAHULUAN

Di era digitalisasi yang meluas dewasa ini, penggunaan android sudah menggeliat dengan laju yang sangat cepat oleh hampir semua kalangan sehingga semua aktivitas yang dilakukan tidak terlepas dari pengaruh android. Dengan perkembangan digitalisasi tersebut, beberapa ahli memiliki ide dalam menciptakan sebuah instrumen baru yang dapat digunakan untuk mengetahui besaran-besaran fisika yang mereka temui dalam alat-alat pengukuran sederhana, seperti voltmeter, neraca, amperemeter, timbangan, dan lainnya. Sehingga dalam melihat dan mempelajari bentuk gelombang dan frekuensi sinyal listrik dalam suatu rangkaian elektronika, diperlukan sebuah alat yang dinamakan osiloskop. Menurut Cooper (1984:189), Osiloskop atau CRO adalah alat pembuat grafik atau gambar (plotter) X-Y yang sangat cepat dengan memperagakan sebuah sinyal masukan terhadap sinyal lain atau terhadap waktu. Chattopadhyay, dkk (1989:339) juga mengemukakan bahwa Osiloskop atau CRO (Cathode Ray Oscilloscope) adalah instrumen (peralatan) yang digunakan secara visual untuk mengamati bentuk gelombang dan melakukan pengukurannya.

Osiloskop memproyeksikan sinyal listrik dalam bentuk grafik sebagai alat presisi tergolong alat ukur elektronika yang relatif mahal sehingga volume penjualannya rendah karena pasarnya tidak besar. Oleh karena itu beberapa orang yang memiliki minat di bidang elektronika, terutama mahasiswa yang ingin mempelajari instrumen-instrumen elektronika memiliki kendala finansial untuk memiliki osiloskop. Selain itu, osiloskop dalam fungsi portability juga tidak dapat digunakan dan dibawa kemana saja dalam penggunaannya, sehingga diharapkan solusi dalam peningkatan kebutuhan pengukuran tanpa halangan fisik dan sumber daya di berbagai tempat. Di sisi lain, penggunaan Mikrokontroler dalam memproses sinyal dan mengontrol rangkaian elektronika yang dapat menyimpan program dan terintegrasi juga sedang luas digunakan. Menurut Chamim (2012), Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam chip IC sehingga sering disebut single chip microcomputer. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai salah satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Menurut Setiawan (2011:10), Mikrokontroler hampir seperti umumnya komputer, Mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan. Dalam perancangan osiloskop

portabel ini, Mikrokontroler yang digunakan ialah RP2040 yang ada pada board Raspberry Pi Pico W yang memiliki arsitektur Arm Cortex M0+ dengan kecepatan clock hingga 133 MHz yang dapat berjalan pada tegangan 5V dengan output dari USB-micro. Sehingga osiloskop portabel ini dapat digunakan melalui android dimanapun dan kapanpun melalui komunikasi Universal Serial Bus (USB) atau konektivitas WiFi. Berdasarkan bidik topik diatas, saya akan membuat sistem pengukuran elektronika simpel yang berjudul “Implementasi Android Memvisualisasikan Osiloskop Digital Portabel Berbasis RP2040”. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, antara lain membuat instrumen osiloskop digital yang penggunaannya mudah dan biayanya terjangkau bagi banyak kalangan, terutama mahasiswa, merancang sistem osiloskop portabel yang mudah dibawa kemana pun karena terintegrasi dengan android, dan mengimplementasikan alat proyeksi pengukur sinyal elektrik digital yang divisualisasikan melalui android dan pengukuran sinyal dilakukan oleh Raspberry Pi Pico W.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian yang berjudul “Osiloskop Portable Digital Berbasis AVR ATmega644” dari Universitas Sam Ratulangi, Manado. Perancangan dan pembuatan penelitiannya menggunakan ADC0820 sebagai pengkonversi sinyal yang akan diukur menjadi bentuk digital sehingga sinyal yang keluar berubah menjadi kode-kode biner untuk sample point, Mikrokontroler (MCU) AVR ATmega644 sebagai memori penyimpan sample point dari ADC yang mewakili titik rekonstruksi tertentu dalam bentuk gelombang, Op-Amp sebagai rangkaian penguat terintegrasi yang ada dalam sebuah IC yang memiliki resistansi input besar dan resistansi output relatif kecil, dan LCD QC12864B sebagai layar yang menampilkan hasil bentuk gelombang setelah sejumlah sample point telah cukup terpenuhi. Penelitian dan perancangan ini dibuat untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah osiloskop yang bersifat portable, murah, mudah digunakan dan dibawa ke mana saja. Adapun kekurangan dari penelitian ini adalah pemrosesan bentuk gelombang yang akan ditampilkan lamban, resolusi ADC yang relatif kecil terhadap kecepatan sampling, dan resolusi LCD yang kecil dan tidak berwarna (Abdurraziq Bachmid, 2017).

Pada penelitian yang berjudul “Pembuatan Osiloskop Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sound Card” dari Politeknik Negeri Medan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat perangkat lunak aplikasi yang memprogram sound card sehingga dapat membaca masukan sinyal analog dan menampilkannya ke layar monitor PC dengan tampilan meniru osiloskop. Pada penelitian ini menggunakan sound card sebagai interface sinyal input yang memiliki input Line In dan Mic In, chip DSP (Digital Signal Processor) sebagai pengolah data sinyal audio hasil pencuplikan ADC, kemudian grafik bentuk gelombang ditampilkan monitor komputer setelah data dari DSP terbaca dan digunakan prosesor dari PC, dan program yang digunakan ialah Wavein API (Application Program Interface) untuk menampilkan masukan pada monitor komputer. Adapun kekurangan dari penelitian ini yaitu terbatasnya pembacaan amplitudo sinyal karena masukan Line In dan Mic In dari sound card memiliki batas amplitudo yang sangat kecil dan belum dapat menggambarkan grafik spektrum frekuensi (Yani, 2016).

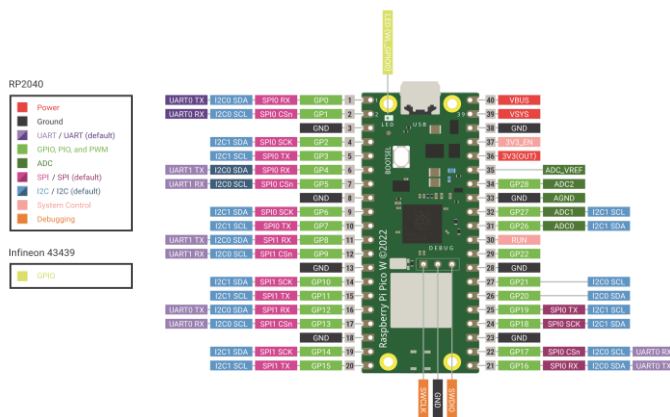
Pada penelitian yang berjudul “Pengembangan Osiloskop Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Fisika” dari Universitas Sulawesi Barat. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran osiloskop sebagai sarana belajar mandiri peserta didik pada materi arus bolak-balik di SMAN 1 Alu Kabupaten Polewali Mandar Provinsi Sulawesi Barat. Desain dan pembuatan osiloskop berbasis Arduino Uno ini terdiri atas tombol on/off, probe osiloskop, LCD, LED, dan power supply untuk mengubah tegangan AC menjadi DC. Kekurangan dalam penelitian ini ialah LCD yang digunakan kurang lebar sehingga tampilan media kurang menarik dan pengujian alat hanya dilakukan untuk sekolah terkait saja (Hardi Hamzah, 2021).

Pada penelitian yang berjudul “Portable Digital Oscilloscope Menggunakan PIC18F4550” dari Universitas Komputer Indonesia, Bandung. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membuat perangkat penganalisis bentuk gelombang dari suatu perangkat elektronika, membuat perang

sepraktis mungkin sehingga mudah dibawa dan digunakan dimana pun dan kapan pun, serta untuk membantu para praktikan elektronika agar mendapatkan alat ukur yang sangat membantu dengan harga terjangkau. Adapun komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Mikrokontroler PIC18F4550 sebagai komponen pendukung utama dengan komunikasi USB sehingga alat dapat digunakan melalui PC atau laptop, Op-Amp LF353 yang hanya memerlukan arus kecil saja untuk menghasilkan penguatan dengan bandwidth yang besar dan slew rate yang tinggi, dan Switching Capacitor IC ICL7660 untuk menggandakan tegangan menjadi dua kali lipat dan menjadi pembalik tegangan sehingga menghasilkan tegangan yang seimbang. Namun, penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, yakni resolusi pembacaan ADC masih kecil sehingga kurang akuratnya pembacaan sinyal, waktu pemrosesan konversi ADC-nya lamban karena ic kontroler yang digunakan bukan jenis FPGA (Field Programmable Gate Array), serta sampling sinyal yang dilakukan memakan banyak waktu karena mikrokontroler yang digunakan tidak memiliki kecepatan instruction per-second yang tinggi (Kharisma, 2013).

Raspberry Pi Pico W

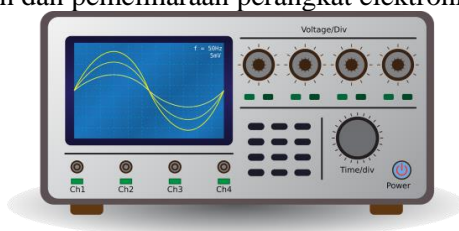
Raspberry Pi Pico W adalah mikrokontroler berbasis chip RP2040 yang dirancang oleh Raspberry Pi Foundation di Inggris dengan single-band (802.11n) yang menambahkan interface nirkabel 2.4 GHz menggunakan Infineon CYW43439, Pi Pico W dirilis Juni 2022. Pico W memiliki antarmuka nirkabel 2.4GHz onboard menggunakan Infineon CYW43439. Antena adalah antena onboard berlisensi dari ABRACON (sebelumnya ProAnt). Antarmuka nirkabel terhubung melalui SPI ke RP2040.



Gambar 1. Pin Out Raspberry Pi Pico W
Sumber : raspberrypi.com

Osiloskop

Osiloskop adalah alat ukur elektronik yang digunakan untuk melihat bentuk gelombang sinyal listrik. Osiloskop memiliki dua jenis, yaitu osiloskop analog dan osiloskop digital. Osiloskop digunakan untuk mengukur sinyal listrik pada berbagai perangkat elektronik seperti amplifier, generator sinyal, dan komponen elektronik lainnya. Penggunaan osiloskop dapat membantu dalam perbaikan dan pemeliharaan perangkat elektronik. Manfaat osiloskop adalah memudahkan pengguna dalam melihat bentuk gelombang sinyal listrik, melakukan pengukuran dengan tepat, dan mempercepat proses perbaikan dan pemeliharaan perangkat elektronik.



Gambar 2. Osiloskop

Sumber : Shafin_Protic, 2020

OS Android

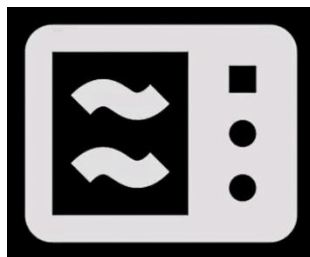
OS Android adalah sistem operasi yang digunakan pada perangkat mobile seperti smartphone dan tablet. OS Android dikembangkan oleh Google dan saat ini merupakan sistem operasi mobile yang paling banyak digunakan di dunia. Android merupakan sistem operasi berbasis Linux yang dipergunakan sebagai pengelola sumber daya perangkat keras, seperti ponsel, smartphone, dan tablet. Android dapat digunakan oleh berbagai piranti bergerak oleh para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri karena android merupakan platform terbuka (Open Source), untuk perangkat mobile dan proyek open source yang sesuai dan dipimpin oleh Google. Sehingga, Android bertujuan menghindari titik pusat kegagalan dalam industri.



Gambar 3. Logo Android
Sumber : freepnglogos, 2019

Aplikasi Scopy-Oscilloscope

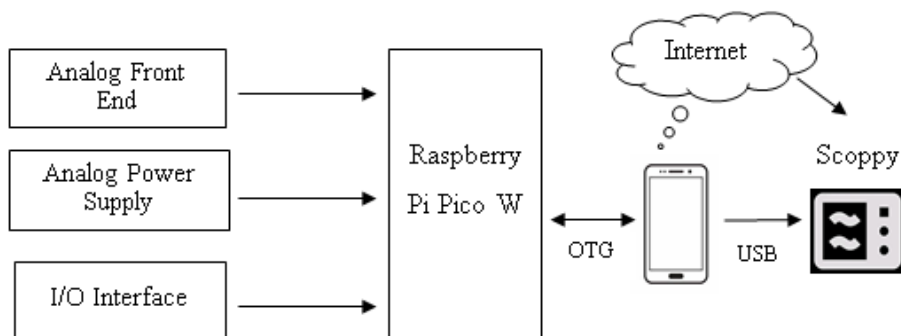
Scopy adalah aplikasi osiloskop, logic analyzer, dan function generator yang didukung oleh Android dan mikrokontroler Raspberry Pi Pico atau Pico-W. Sinyal elektrik diukur oleh Raspberry Pi Pico dan bentuk gelombang sinyal ditampilkan pada perangkat Android. Pada versi Pico-W menggunakan Wireless WiFi untuk terhubung dengan Android sehingga tidak memerlukan adapter USB-OTG. Tujuan adanya aplikasi Scopy ini ialah untuk memberikan akses ultra-murah agar dapat melihat tegangan dan frekuensi yang rendah pada pemula, penggemar, maupun mahasiswa yang berkecimpung dalam dunia elektronika. Adapun Scopy juga sebagai logic analyzer yang memiliki laju sampel 25 MS/s.



Gambar 4. Logo Scopy
Sumber : FHDM Tech, 2021

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode Research and Development, yaitu metode yang memiliki beberapa tahap pelaksanaan yang dimulai dengan pengumpulan data, perancangan sistem alat, perancangan interface yang akan dioperasikan, pengujian awal sistem, dan terakhir pada perbaikan sistem yang sesuai dengan perancangan agar dihasilkan efisiensi sitem yang terintegritas.



Gambar 5. Blok Diagram Rancangan

Pada gambar 5, implementasi system interface osiloskop digital diinisialisasi pada antarmuka android dengan pin ADC dan gabungan pin sebagai sinyal Ground sebagai masukan gelombang sinyal elektrik yang akan ditampilkan pada aplikasi interface osiloskop Scoppy. Proses penginputan gelombang sinyal yang dikirim oleh Raspberry Pi Pico kemudian diterima oleh android melalui sinyal input masukan positif yang terhubung pada pin ADC (Analog Digital Converter) Raspberry Pi Pico W, yaitu ADC0 pada GP26 yang dapat digunakan sebagai sinyal input pada channel 1 dan ADC1 pada GP27 yang dapat digunakan sebagai sinyal input pada channel 2 (jika akun premium). Dan sinyal negative (ground) dapat dihubungkan dengan gabungan pin GND (GP38) dan 3V3/OUT (GP36). Dan untuk mengantisipasi arus berlebih dapat digunakan resistor pada masing fungsi pin yang digunakan. Kemudian bentuk dan nilai gelombang sinyal rangkaian yang diuji akan ditampilkan pada antarmuka android melalui aplikasi android Scoppy sebagai interface osiloskop digital sebagai media informasi gelombang sinyal elektrik terukur.

Alat dan Bahan Perancangan

Adapun alat yang digunakan dalam rancangan penelitian dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Alat Rancangan

NO	NAMA ALAT	JUMLAH
1	Multimeter Digital	1 buah
2	Solder	1 buah
3	Obeng Trim Cap	1 buah
4	Laptop	1 device
5	Bor Listrik	1 buah
6	Penyedot Timah	1 buah
7	Pisau Akrilik	1 buah
8	Tang	1 buah
9	Android Phone	1 device
10	Aplikasi Scoppy-Oscilloscope	1 terinstal

Adapun bahan yang digunakan dalam rancangan penelitian dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

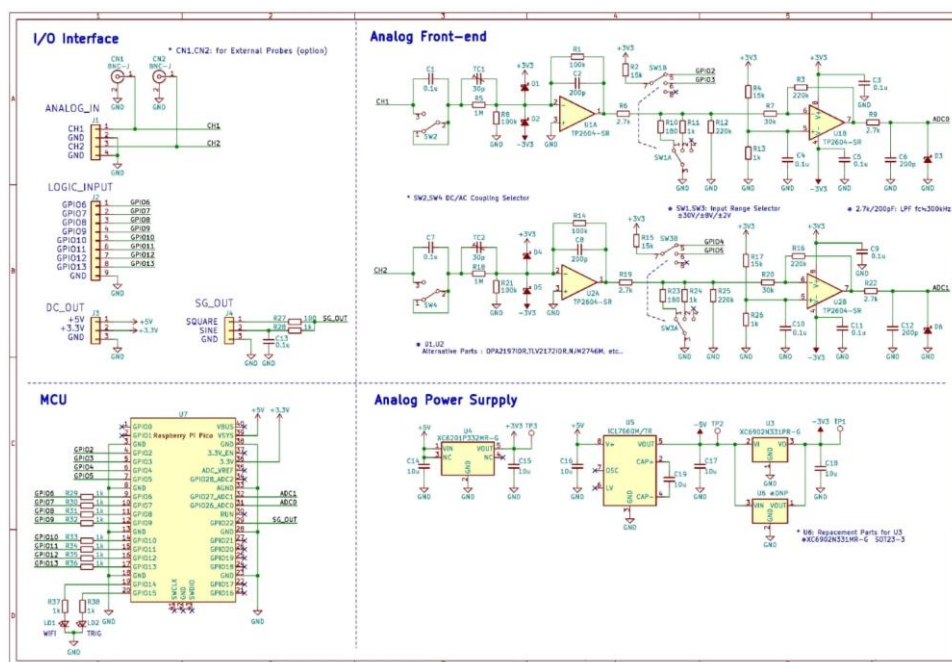
Tabel 2. Bahan Rancangan

NO	NAMA BAHAN	JUMLAH
1	Raspberry Pi Pico W	1 buah
2	Sakelar SPDT SS-12D00G3	2 buah
3	Sakelar DP3T MSS23D18	2 buah

4	Banana Socket Plug Fe	13 buah
5	Pin Header	Secukupnya
6	Kabel Jumper	Secukupnya
7	PCB	1
8	Timah	Secukupnya
9	Iron Spons	1 buah
10	Jumper Tunggal	Secukupnya
11	Kapasitor 0,1 uF	9 buah
12	Kapasitor 200 pF	4 buah
13	Kapasitor 10 uF	6 buah
14	Resistor 100 k Ω	4 buah
15	Resistor 15 k Ω	4 buah
16	Resistor 220 k Ω	4 buah
17	Resistor 1 M Ω	2 buah
18	Resistor 2,7 k Ω	4 buah
19	Resistor 30 k Ω	2 buah
20	Resistor 180 Ω	2 buah
21	Resistor 1k Ω	15 buah
22	Resistor 100 Ω	1 buah
23	LED	2 buah
24	Trim Cap 30 pF	2 buah
25	Dioda 1N5819	6 buah
26	TP2604-SR	2 buah
27	XC6201P332MR-G	1 buah
28	ICL7660M/TR	1 buah
29	XC6902N331PR-G	2 buah
30	Breadboard	1 buah
31	Konektor BNC Female PCB Panel	2 buah
32	Fluks Timah	Secukupnya
33	Box Cover	1 buah

Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras (hardware) yaitu dilakukan dengan merangkai skema rangkaian Analog Front-End, rangkaian Micro Chip Unit, rangkaian I/O Interface, dan rangkaian Analog Power Supply.

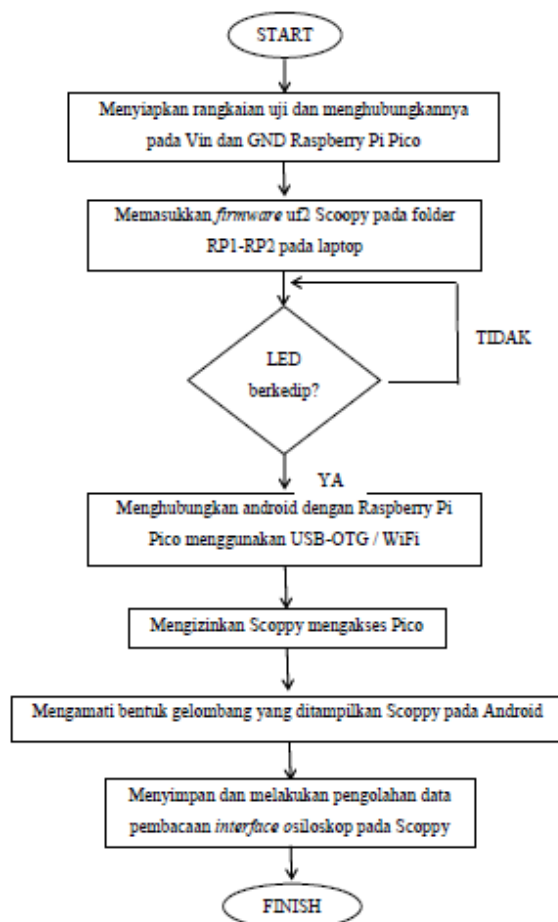


Gambar 6. Rangkaian Keseluruhan

Pada rangkaian AFE terlihat bahwa dengan SW2 dan SW4 sebagai pemilih kopling maka kopling input sinyal *interface* osiloskop dapat beralih antara kopling AC/DC. Pada sakelar geser SW1 dan SW3 rentang tegangan input dapat disesuaikan yakni antara $\pm 2V$, $\pm 8V$, dan $\pm 30V$. Kapasitor pemangkas juga digunakan dalam menyesuaikan kapasitas input. Sinyal input dapat dihubungkan pada probe *interface* osiloskop melalui BNC Probe ataupun probe jenis lainnya pada ANALOG_IN. Pada rangkaian MCU sebagai komponen elektronik atau *integrated circuit* yang berfungsi menjalankan pemrosesan operasi pada seluruh rangkaian. Pin GPIO2 s.d GPIO5 tersambung pada rangkaian kaki *switch* AFE. Pin GPIO6 s.d GPIO13 sebagai input *logic analyzer*. Pin GPIO14 tersambung dengan led sebagai penanda *Wifi* dan GPIO15 tersambung pada led sebagai penanda *Trigger*. Pin GPIO26 dan GPIO27 sebagai ADC yaitu input *interface* osiloskop. Pin GPIO22 sebagai *Signal Generator Output*. Pada rangkaian I/O Interface sebagai antarmuka input dan output antara MCU Raspberry Pi Pico W dengan rangkaian skema AFE, *Signal Generator*, dan *Logic Analyzer*. CN1 dan CN2 digunakan sebagai pilihan probe external yang akan digunakan pada rangkaian *interface* osiloskop ini. Dan juga terdapat ANALOG_IN yang dapat digunakan dengan jack dc/banana, LOGIC_INPUT dapat dihubungkan dengan header male, DC_OUT dan SG_OUT dapat dihubungkan dengan jack dc/banana. Pada rangkaian *analog power supply* sebagai komponen penyuplai/pemasok tenaga, daya, atau tegangan listrik ke berbagai beban listrik, yaitu semua komponen pada rangkaian. U6 digunakan sebagai komponen pengganti/cadangan pada U3.

Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan Perangkat Lunak (software) dimulai dengan meng-install aplikasi Scopy pada Android di Play Store. Kemudian mengunduh file firmware uf2 khusus untuk Raspberry Pi Pico pada laptop. Kemudian saat Raspberry Pi Pico sudah terhubung dengan laptop melalui kabel USB-micro, maka akan muncul folder eksternal seperti folder flashdisk yang bernama RPI-RP2. Lalu memasukkan file firmware uf2 yang sudah diunduh tadi, ke dalam folder khusus Raspberry Pi Pico RPI-RP2, maka LED on-board akan berkedip menandakan Raspberry Pi Pico sudah dapat bekerja. Pada perancangan interface osiloskop portabel ini, tidak diperlukan pemrograman, karena aplikasi Scopy sudah dirancang developer khusus untuk Raspberry Pi Pico. Setelah Android tersambung dengan mikrokontroler Raspberry Pi Pico lalu aplikasi Scopy dibuka, maka akan muncul notifikasi pop-up untuk meminta izin Scopy mengakses Pico, lalu klik OK. Maka Gelombang Sinyal sudah dapat dilihat pada Scopy.



Gambar 7. Flowchart Perancangan

Spesifikasi Alat Rancangan

OSILOSKOP	
Jumlah saluran	2 Channel
Tingkat pengambilan sampel	Saat menggunakan 1ch saja = Maks. 500kps/ch Saat menggunakan 2ch = Maks. 250kps/ch
Impedansi masukan	1 M Ω , sekitar 20pF
Tegangan input maksimum mutlak	$\pm 40V$
Kisaran tegangan masukan	$\pm 30V, \pm 8V, \pm 2V$
Kopling masukan	DC/AC
Resolusi pengukuran	Sekitar 1/200 dari rentang tegangan input
Bentuk terminal	Banana Socket Plug Fe BNC-J
LOGIC INPUT	
Jumlah saluran masukan	8 Channel
Tingkat pengambilan sampel	Hingga 25Msps/ch
Tegangan masukan	0 s.d +3.3V *logika CMOS
Bentuk terminal	Socket pin pitch 2,54mm

SG_OUT	
	Gelombang persegi = 100Hz – 1,25MHz
Bentuk gelombang keluaran	(0 - sekitar 3.3V)
	Gelombang sinus = 1kHz (0-sekitar 2,8V)
Bentuk terminal	Banana Socket Plug Fe
DC_OUT	
	+5V (maks 50 mA)
Arus tegangan	+3,3V (maks 20 mA) *tegangan adalah nilai perkiraan
Bentuk terminal	Banana Socket Plug Fe
LAINNYA	
Tegangan/arus catu daya	DC +5V/10mA (normal)

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi Politeknik Negeri Medan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Test Point

Pengujian Tes Point dilakukan dengan cara menghubungkan Pico W dengan sumber power USB dengan handphone atau pun laptop yang diukur menggunakan Multimeter. Lalu menghubungkan input positif Multimeter pada TP1 (-3V3), TP2 (-5V), dan TP3 (+3V3). Sehingga diperoleh hasil pengukuran pada tabel 3 berikut ini.

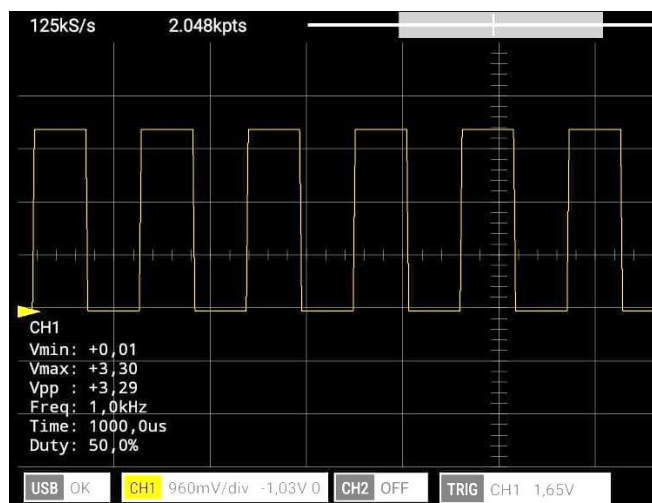
Tabel 3. Pengujian Test Point

Tes Point	Tegangan Asli	Tegangan Pengukuran
TP1	-3V3	-3,29
TP2	-5V	-4,32
TP3	3V3	3,293

Dari hasil pengujian test point dapat dilihat bahwa pada pengukuran tegangan pada TP1 menggunakan multimeter yaitu tegangan terukur -3,29V yang berarti hanya 0,01 nilai eror dihasilkan. Pada TP2 tegangan yang terukur yaitu -4,32V dari nilai tegangan yang seharusnya -5V, sehingga ini berarti ada nilai eror sebanyak -0,68 . Dan pada TP3 nilai tegangan yang terukur yaitu 3,293V dengan nilai tegangan yang seharusnya yakni 3,3V, ini berarti ada nilai eror 0,007V. Maka alat dapat dikatakan berfungsi dengan baik.

Pengujian Sinyal Keluaran 1KHz

Pengujian ADC1 (GP26) dengan GP22 (1KHz) dilakukan dengan cara menyambungkan terminal GP26 dan GP22 Raspberry Pi Pico W dengan kabel jumper. GP26 ditetapkan ke input CH1 dan GP22 ke output sinyal. Jika menyesuaikan sumbu horizontal menjadi sekitar 500us/div dan sumbu vertikal menjadi sekitar 1V/div dengan Scopy, maka dapat diamati gelombang persegi 1kHz. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Pengujian Sinyal 1KHz

Pada hasil pengujian sinyal keluaran 1 KHz yang terdapat pada GP22 Pico W, dapat dilihat bahwa nilai frekuensi yang terukur normal yaitu 1 KHz dengan V_{min} 0,01 dan V_{max} 3,30 yang berarti tegangan yang terukur sesuai dengan tegangan IO Pico W. Kemudian Periode yang terukur yakni 1000 μ s, yang berarti waktu yang dibutuhkan untuk menempuh gelombang penuh (peak to peak) yakni 0,001 detik. Kemudian siklus tugas (duty cycle) sebesar 50% berarti sinyal menyala (on) 50% dari waktu tetapi mati (off) 50% dari waktu. “On time” untuk siklus tugas 50% bisa menjadi sepersekian detik, sehari, atau bahkan seminggu, tergantung pada lamanya periode.

Pengujian Osiloskop Lab dengan Pico W

Pengujian Osiloskop Laboratorium Telekomunikasi dengan Pico W dilakukan untuk membandingkan nilai Tegangan V_{pp} dan nilai Frekuensi pada Pico W. Osiloskop dihubungkan ke Function Generator dan Function Generator juga terhubung dengan Pico W melalui konektor T. Perbandingan ini dilakukan agar dapat diketahui berapa banyak error pada papan rangkaian Pico W. Error adalah selisih Pico W dikurangi dengan nilai yang muncul pada Osiloskop Laboratorium Telekomunikasi. Perbandingan nilai Tegangan V_{pp} dan nilai Frekuensi antara Osiloskop Laboratorium Telekomunikasi dengan Pico W dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. Perbandingan Frekuensi dan V_{pp} Osiloskop dan Pico W

WAVE	OSILOSKOP	PICO W	%Error	OSILOSKOP	PICO W	Error
	F (Hz)	V_{pp} (V)				
SINE	202	203,1	0,54%	3,12	1,97	36,86%
	400	401,9	0,48%	3,12	1,97	36,86%
	607,5	606,9	0,10%	3,12	1,98	36,54%
	814,3	813,6	0,09%	3,12	1,98	36,54%
	1037	1000	3,57%	3,04	2,01	33,88%
	1247	1200	3,77%	3,12	2,03	34,94%
	1449	1400	3,38%	3,04	2,04	32,90%
	1639	1600	2,38%	3,04	2,07	31,91%
	1825	1800	1,37%	3,12	2,08	33,33%
	2016	2000	0,79%	3,12	2,11	32,37%
	1984	2000	0,81%	3,36	2,08	38,10%

	3969	4000	0,78%	3,28	2,1	35,98%
SQUARE	5952	6000	0,81%	3,28	2,1	35,98%
	8066	8000	0,82%	3,28	2,1	35,98%
	10000	10000	0%	3,28	2,08	36,59%
	22000	20100	8,64%	3,2	1,71	46,56%
	42910	41900	2,35%	3,4	1,67	50,88%
TRIANGLE	60240	62700	4,08%	3,2	1,6	50%
	83330	82800	0,64%	3,2	1,46	54,38%
	104100	105200	1,06%	3,2	1,5	53,13%

Dari tabel hasil pengujian dan perbandingan antara osiloskop laboratorium telekomunikasi dengan interface osiloskop Pico W, maka dapat disimpulkan bahwa nilai eror yang dihasilkan Pico W hanya sedikit. Ini terbukti bahwa di beberapa percobaan frekuensi terukur ditampilkan sesuai dengan nilai sebenarnya. Namun untuk perbandingan nilai Vpp selalu lebih rendah nilai Vpp pada Pico W. Hal ini karena Pico W bekerja pada siklus tugas 50% , artinya pada setiap siklus positif dan negatif, op-amp akan memotong bentuk gelombang menjadi dua, sehingga rangkaian menjadi setengah siklus positif yang dipotong menjadi setengah dan setengah siklus negatif.

Pada hasil pengujian dan perbandingan antara osiloskop laboratorium telekomunikasi dengan interface osiloskop Pico W, maka didapatkan nilai persentase eror dengan rumus berikut:

% Error = (Nilai Terukur (Pico W)- Nilai Sebenarnya (Osiloskop))/(Nilai Sebenarnya (Osiloskop))

Maka diperoleh persentase error frekuensi rata-rata yang dihasilkan oleh Pico W dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Error rata-rata} &= \frac{\sum \%error}{n} \\
 &= \frac{36,44}{20} \\
 &= 1,82 \%
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase error frekuensi rata-rata yang dihasilkan oleh Pico W pada pengujian perbandingan osiloskop laboratorium dengan Pico W pada frekuensi 200 Hz sampai dengan 100k Hz adalah sebesar 1,82%.

Dan untuk persentase error pada Vpp antara Osiloskop dan Pico W yaitu sebesar 39,18%.

$$\% \text{ Error rata-rata} = \frac{783,67}{20} = 39,18\%$$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba rancangan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan yaitu Scopypy adalah proyek open source dengan penggunaan Android dan Raspberry Pi Pico untuk mengukur sinyal dan menampilkan bentuk gelombang di perangkat Android, juga dapat dijalankan di Windows menggunakan android-x86 di VM, interface osiloskop ini tidak membutuhkan pemrograman. Aplikasi serta firmware dapat diunduh secara gratis. Raspberry Pi Pico W adalah varian Pico yang dilengkapi dengan kemampuan Wifi 802.11n, tujuan dari interface osiloskop ini adalah untuk memberikan pemula elektronik dan penggemar dan siswa STEM agar bisa mengakses osiloskop ultra-murah yang berfungsi untuk melihat tegangan rendah, sinyal frekuensi rendah, beberapa pengukuran sinyal yang tersedia di Scopypy meliputi amplitude, average, duty cycle, frequency, maximum, minimum, period, rise time, RMS, time interval, total time, width, dan lain sebagainya, tegangan maksimum yang dapat diukur menggunakan Raspberry Pi Pico W sebagai

interface osiloskop adalah 3.3V. Pico hanya dapat membaca hingga 3,3V, dan tanpa sirkuit front-end tambahan untuk melindungi Pico, tegangan input dibatasi hingga 0-3,3V, interface osiloskop Pico W dan Osiloskop Laboratorium Telekomunikasi tidak memiliki perbedaan yang begitu jauh. Ini berarti persentase eror yang dihasilkan Pico W dapat dimaklumi karena alat DIY, persentase error rata-rata yang dihasilkan oleh Pico W pada pengujian perbandingan osiloskop laboratorium dengan Pico W pada frekuensi 200 Hz sampai dengan 100k Hz adalah sebesar -0,96685% dan persentase error pada Vpp antara Osiloskop dan Pico W yaitu sebesar -39,1835%, persentase error rata-rata pada Pico W untuk Vpp yakni sebesar 78,21% dan pada gain sebesar -62,32%. Dan beberapa saran untuk pengembangan alat ini selanjutnya yakni diantaranya arus akan bervariasi tergantung pada tegangan maksimum yang ingin diukur dan tegangan catu daya yang mengalirinya rangkaian. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan kalkulator atau spreadsheet online untuk menghitung nilai resistor yang sesuai untuk sirkuit front-end. Selain itu, penting untuk memilih resistor dengan toleransi yang sesuai untuk memastikan pengukuran yang akurat, arus maksimum yang dapat digunakan dengan aman di sirkuit front-end bergantung pada voltase yang perlu dijatuhkan melintasi resistor untuk membawa voltase dalam rentang voltase input Pico (0-3.3V). Arus dapat dihitung menggunakan Hukum Ohm, yang menyatakan bahwa $V = I \times R$, di mana V adalah tegangan, I adalah arus, dan R adalah resistansi. Nilai resistor dapat dipilih berdasarkan arus yang dihitung dan nilai catu daya yang memberi daya pada rangkaian, dan untuk memecahkan masalah koneksi antara Raspberry Pi Pico W dan perangkat Android, diantaranya memastikan koneksi Wi-Fi cukup kuat, memeriksa apakah steker Micro-USB kabel/adaptor OTG dicolokkan ke handphone dan bukan ke Pico W, klik stop lalu run, atau dengan mencabut kabel USB lalu memasangnya lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengembangan kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Raspberry Pi Pico and Pico W. (2022, October). Retrieved June 08, 2023, from raspberrypi.com: <https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/raspberry-pi-pico.html>.
- Abdurraziq Bachmid, V. C. (2017). Osiloskop Portable Digital Berbasis AVR ATmega644. *E-journal Teknik Elektro dan Komputer Vol.6 no.1*, <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/download/15568/15106>.
- Chamim, A. N. (2012). Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal GSM. *Jurnal Informatika*, 4 No.1, 431.
- Chattopadhyay, D., Rakshit, P. C., Saha, B., & Purkait, N. N. (1989). Dasar Elektronika. Jakarta: Ui-Press.
- Cooper, W. D. (1984). Instrumentasi Elektronika Dan Teknik Pengukuran. Jakarta: Erlangga.
- Hardi Hamzah, K. H. (2021). Pengembangan Osiloskop Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *Jurnal Fisika dan Pembelajarannya (PHYDAGOGIC)*, <https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/phy/article/download/1348/679/>.
- Kharisma, W. A. (2013, Nov 16). *Portable Digital Oscilloscope Menggunakan PIC18F4550*. Retrieved March 10, 2023, from eprints repository software: <https://repository.unikom.ac.id/25258/>.
- Setiawan, A. (2011). 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 dan ATMEGA16 Menggunakan BASCOM-AVR. Yogyakarta: ANDI.
- staytime. (2022, October). *raspberrypi*. Retrieved June 08, 2023, from github.com: https://github.com/raspberrypi/documentation/blob/develop/documentation/asciidoc/microcontrollers/raspberry-pi-pico/about_pico.adoc.
- Yani, A. (2016). Pembuatan Osiloskop Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sound Card. *Journal of Electrical Technology, Vol.1, No.1*, <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/download/186/148>.