

MODUL DRIVER MOTOR STEPPER UNTUK LABORATORIUM MESIN LISTRIK

Oleh: Suryono¹, Supriyati², Dadi³, Sri Kusumastuti⁴, Mohammad Khambali⁵

^{1,2,3,4,5} Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang.

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang Semarang 50275

¹surya_tekno@yahoo.com, ²supriyati.polines@yahoo.co.id

Abstrak

Proses kendali gerakan banyak menggunakan motor sebagai penggerak. Penggunaan motor sebagai penggerak banyak ragam motor yang digunakan. Pemilihan motor sebagai penggerak dalam proses pengendalian tergantung tujuan dari proses pengendalian. Proses pengendalian menggunakan motor yang memerlukan gerakan pada posisi sudut tertentu diperlukan sebuah motor untuk tujuan tersebut. Biasanya untuk keperluan menuju sudut tertentu dengan menggunakan motor servo atau dengan menggunakan motor stepper. Pertimbangan biaya dalam mengimplementasikan sebuah kendali mengharuskan memilih perangkat kendali dalam hal ini motor dan modul kendalinya. Motor stepper menjadi pilihan selain penggunaan motor servo dalam kendali posisi karena dari pertimbangan harga relatif lebih murah dan mudah daripada penggunaan motor servo. Percobaan/penelitian ini melakukan pembuatan sebuah modul kendali motor stepper dengan menggunakan mikrokontroler sebagai perangkat kendali gerakan motor stepper. Metoda penelitian dilakukan dengan perancangan dan pembuatan modul kendali motor stepper, ujicoba rangkaian dan pengambilan data uji coba. Hasil pengujian. Metoda Half Step putaran motor lebih halus dengan waktu 2 kali dari metoda Full Step. Kecepatan motor stepper pada percobaan untuk motor Stepper Type SL40STH40-A dapat berputar dengan normal pada Set Value 2 sampai 65 ms dengan frekuensi base 1000 kHz dan 2 sampai 16 ms untuk frekuensi base 4000 kHz. Kecepatan maksimum untuk motor stepper pada percobaan untuk motor Stepper Type SL40STH40-A dapat berputar dengan normal pada 144 Rpm. Satu siklus sinyal dari driver motor akan merubah posisi sudut motor sebesar 1,2°

Kata kunci : Motor Stepper Bipolar, Unipolar, Arduino, Driver

ABSTRACT

Motion control systems commonly use motors as actuators, and various types of motors can be applied for this purpose. The selection of a motor for a control process depends on the specific objective of the system. In control applications that require movement to a specific angular position, a motor capable of precise positioning is needed. Typically, this requirement is fulfilled by using either a servo motor or a stepper motor.

Cost considerations in implementing a control system require careful selection of the control components, including the motor and its driver module. A stepper motor is often chosen as an alternative to a servo motor for position control because it is relatively more affordable and simpler to implement.

This study focuses on the design and development of a stepper motor control module using a microcontroller as the motion control unit. The research method involved designing and building the stepper motor control module, testing the circuit, and collecting experimental data.

The test results show that the Half-Step method produces smoother motor rotation, although it requires twice the time compared to the Full-Step method. In the experiment, the Stepper Motor Type SL40STH40-A operated normally at a set value of 2 to 65 ms with a base frequency of 1000 kHz, and 2 to 16 ms with a base frequency of 4000 kHz. The maximum speed achieved by the motor under normal operating conditions was 144 rpm. One signal cycle from the motor driver changes the motor shaft position by 1.2°.

Keywords: Bipolar Stepper Motor, Unipolar Stepper Motor, Arduino, Driver.

1. Pendahuluan

Motor stepper atau sering disebut dengan motor langkah sangat berguna saat diperlukan memutar suatu poros dengan putaran 360 derajat penuh yang cara Bergeraknya *step by step* atau langkah demi langkah. Tetapi perlu memosisikan motor motor stepper pada posisi sudut tertentu sebelum memulai langkahnya. Untuk memutar poros suatu mesin yang menggunakan motor stepper ada pada mesin CNC, printer tida dimensi mesin router dan mesin lainnya. Diperlukan perangkat kendali (*driver*) yang sesuai dengan jenis motor steppernya untuk pengontrolan motor stepper.

Motor stepper yang umum digunakan adalah jenis unipolar dan bipolar serta cara mengendalikannya diperlukan sebuah mikrokontroler Arduino. Untuk mendapatkan manfaat maksimal dari pengontrolan motor stepper harus mengetahui terlebih dulu tentang cara kerja elektrik dari masing masing jenis motor stepper. Juga harus mengetahui dasar-dasar cara kerja dari jenis mikrokontroler Arduino yang digunakan. Kecuali itu juga harus memahami cara kerja transistor bipolar yang berfungsi sebagai komponen switching yang digunakan untuk pengendalian dengan beban arus tinggi.

Seperti yang ada pada teori tentang pengantar motor , motor stepper adalah motor yang cara berputarnya dikendalikan oleh sepasang kumparan elektromagnetik. Poros tengah memiliki serangkaian magnet yang terpasang di atasnya, dan kumparan yang mengelilingi poros secara bergantian diberi tegangan atau tidak tidak diberi tegangan. Sehingga menciptakan medan magnet yang menolak atau menarik magnet pada poros dengan magnet stator. Tolak menolak atau Tarik menarik antar kedua magnet inilah yang menyebabkan motor stepper berputar, searah gerak jarum jam Clock Wise (CW) atau berlawanan arah gerak jarum jam Contra Clock Wise (CCW).

Ada dua jenis dasar motor stepper, yaitu motor stepper bipolar dan stepper unipolar. Motor stepper bipolar adalah jenis motor stepper yang lebih sederhana; motor ini hanya terdiri dari dua kumparan dan empat kabel. Empat kabel dengan warna yang berbeda ini digunakan sebagai masukan tegangan listrik dari driver motor ke motor stepper. Bergantung pada kumparan mana yang ingin gunakan untuk mengalirkan tegangan listrik dan ke arah mana diinginkan untuk menyalurkan tegangan listrik. Dengan cara memberikan tegangan listrik pada kumparan melalui pengemudi (*Driver*) secara berurutan dapat menggerakkan motor untuk berputar satu langkah maju atau mundur.

2 Tinjauan Pustaka

Wardhana, Arief Wisnu, and Daru Tri Nugroho. (2018) membuat Pengontrolan Motor Stepper Menggunakan Driver DRV 8825 Berbasis Signal Square Wave dari Timer Mikrokontroler AVR. Sebagai masukan driver motor berupa gelombang kotak yang berasal dari koding timer Mikrokontroler AVR. Dengan mengatur timing gelombang kotak maka frkuensi dari gelombang kotak tersebut dapat diatur yang menghasilkan perubahan pada putaran motor steppernya.

Rifa'i, Muhamad, etal. (2021) membuat Scaling data PLC sebagai pengontrol motor stepper penggerak ulir extruder. Scaling data PLC menghasilkan keluaran pada PLC dengan logika rendah atau tinggi secara berurutan. Keluaran PLC tersebut dikoneksi pada terminal-terminal motor stepper. Urutan logika hasil data scaling tersebut menentukan gerak motor stepper bergerak searah jarumjam atau berlawanan arah jarum jam.

Anggraini, Felia Dina. (2024) membuat Pengontrolan Motor Stepper Pada Micro Flow Control Berbasis Programmable Logic Controller. Aplikasi motor stepper yang

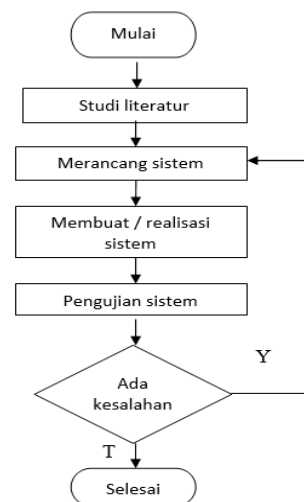
digunakan untuk memutar (membuka atau menutup) valve pada pengontrolan aliran kecil. Sebagai pengontrol dan driver motor steppernya menggunakan Programmable Logic Controller untuk menentukan sudut putaran buka-tutup dari katub (*valve*) untuk mengontrol alirannya.

Zahrok dkk, (2021) membuat Rancang Bangun Pengontrol Jarak Menggunakan Motor Stepper Nema 17 Berbasis Mega 2560 Pro pada Ultrasonic Atomizer Spray Coating. Pengontrolan motor stepper ini digunakan untuk menentukan jarak penyemprotan pada peralatan pelapis Atomizer Ultrasonic. Kecepatan dan arah putaran dari motor stepper dikontrol oleh Arduini Mega 2560 Pro.

Rachman, Fathur. (2009) membuat *Pengontrol Motor Stepper Menggunakan Potensiometer Berbasis IC TTL*. Motor stepper yang digunakan berdimensi kecil yang menghasilkan torsi kecil dan membutuhkan arus yang kecil. Karena menggunakan IC TTL (Transistor Transistor Logic) yang teganganya hanya sebesar 5 Volt hanya menggunakan transistor array yang digunakan sebagai driver. Potensiometer digunakan untuk mengatur timing (waktu) sehingga menghasilkan frekuensi yang dapat berubah ubah untuk mengatur kecepatan motor stepper.

3. Metode Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan ini bersifat rancang bangun yang hasilnya berupa produk purwa rupa yang berbentuk alat pengontrol lampu listrik menggunakan sensor infra red switch dan remote. Adapun langkah-langkah untuk melaksanakan penelitian ini mengikuti alur diagram alir yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

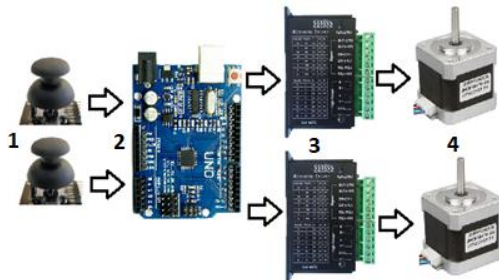
Uraian dari diagram alir prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

Studi literature adalah suatu kegiatan untuk mencari referensi dari hasil penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang ada kaitannya dengan kegiatan penelitian yang sedang dilakukan. Dari hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan pada masa lalu dicari kekurangan dan kelemahannya kemudian disempurnakan pada penelitian ini supaya menjadi lebih baik. Perancangan sistem dimulai dari menganalisa sistem secara lengkap dan kebutuhan input, perangkat kontrol dan output dari sistem serta perangkat pendukung lainnya yang diperlukan baik *software* maupun *hardware*. Setelah semua perangkat lengkap kemudian dibuatlah gambar rangkaian yang menghubungkan input ke perangkat kontrol dilanjutkan hubungan ke output sehingga menjadi sebuah rancangan sistem kontrol. Pada fase ini semua perangkat keras yang ada di asembli seperti hasil rancangan yang telah dibuat sebelumnya, dengan mengoneksi perangkat pada panel depan dengan panel utama dan mengoneksi perangkat pada panel utam dengan panel belakang. Hasil dari asembli dikemas dalam suatu wadah yang berupa kotak panel (panel box) kontrol

sistem, dari kotak kontrol sistem ini dihubungkan kebagian peraga yang berupa fitting dengan dipasang lampu besar dan kecil dengan menggunakan kabel. Setelah pembuatan sistem selesai dilanjutkan dengan pengujian sistem, pengujian sistem ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem sudah bekerja seperti yang diharapkan. Jika terjadi kesalahan maka rancangan semula dievaluasi pada bagian yang terjadi kesalahan untuk segera disempurnakan. Kecuali itu hasil dari pengujian sistem dapat digunakan sebagai data pada pembuatan spesifikasi alat, dan sebagai referensi untuk perbaikan jika terjadi kerusakan.

3.1 Diagram Desain Penelitian

Desain penelitian secara umum dapat digambarkan dalam bentuk skema diagram blok yang terlihat seperti pada gambar 2.



Gambar 2: Diagram Desain Penelitian

Keterangan gambar 2 :

1. 1. Mini Joystick 1
2. Mini Joystick 2
3. Arduino Uno R3
4. Driver Motor Stepper Nema 17 bagian 1
5. Driver Motor Stepper Nema 17 bagian 2
6. Motor Stepper Nema 17 bagian 1
7. Motor Stepper Nema 17 bagian 2

3.2 Joystick KY-023

Joystick atau yang dikenal juga dengan tuas kontrol adalah alat input komputer yang berwujud tuas atau tongkat dan dapat

digerakkan ke segala arah, sedangkan games paddle pada umumnya berbentuk kotak atau persegi yang terbuat dari plastik dan dilengkapi dengan tombol-tombol yang akan mengatur gerak suatu objek dalam komputer. Selain itu, alat ini juga dapat mentransmisikan arah sebesar 2D atau 3D pada komputer dan juga alat ini pada umumnya digunakan sebagai pelengkap untuk memainkan sebuah permainan video yang dilengkapi dengan lebih dari satu tombol. Joystick dapat digunakan sebagai pengendali robot baik untuk kepentingan menggerakkan robot ke depan ataupun ke belakang serta untuk membelokkan robot ataupun meluruskan robot1 . Pada Joystick umumnya terdapat tombol yang dapat dipilih ataupun di asosiasikan dengan papan ketik atau juga keyboard.



Gambar 3 Mini Joystick

Joystick mulai dikenal pada abad 20-an pada waktu itu nama joystick diartikan tongkat pengendali pesawat terbang. Joystick atau dalam bahasa indonesia dikenal dengan tuas kontrol adalah alat masukan komputer yang berwujud tuas yang dapat bergerak ke segala arah. Alat ini dapat mentransmisikan arah sebesar dua atau tiga dimensi pada komputer. Dalam gambar 3 memperlihatkan bentuk fisik dari joystick. Spesifikasi Joystick KY-023 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Spesifikasi Mini Joystick KY-23

SPESIFIKAS	
Tegangan operasi	3,3 hingga 5 Volt
Dimensi Perangkat	2,6 x 3,4 Cm

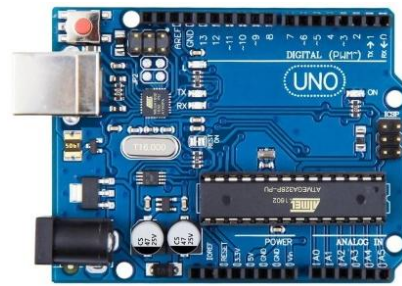
3.3. Arduino Uno R3

Arduino merupakan papan-tunggal mikrokontroler serba guna yang bisa diprogram dan bersifat open-source. Platform Arduino sekarang ini menjadi sangat populer dengan pertambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode program. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrograman sebelumnya, Arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut programmer atau downloader) untuk memuat atau meng-upload kode baru ke dalam mikrokontroler. Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk mulai menggunakan Arduino. Selain itu, Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan versi yang telah disederhanakan, sehingga lebih mudah dalam belajar pemrograman. Arduino akhirnya berhasil menjadi papan sirkuit pemrograman paling disukai hingga menjadikannya sebagai bentuk standar dari fungsi mikrokontroler dengan paket yang mudah untuk diakses.

Hardware dan software Arduino dirancang bagi para seniman, desainer, pe-hobi, hacker, pemula dan siapapun yang tertarik untuk menciptakan objek interaktif dan pengembangan lingkungan. Arduino mampu berinteraksi dengan tombol, LED, motor, speaker, GPS, kamera, internet, ponsel pintar bahkan dengan televisi. Fleksibilitas ini dihasilkan dari kombinasi ketersediaan software Arduino yang gratis, papan perangkat keras yang murah, dan keduanya yang mudah untuk dipelajari. Hal inilah yang menciptakan jumlah pengguna menjadi sebuah komunitas besar dengan berbagai kontribusinya yang telah dirilis pada berbagai proyek dengan berbasiskan Arduino.

Arduino Uno merupakan versi terbaru dari keluarga Arduino, berbasis mikrokontroler ATmega 328, menyempurnakan tipe sebelumnya, Duemilanove. Perbedaan Arduino tersebut adalah tidak menggunakan IC FTDI (Future Technology Devices International) USB to Serial sebagai driver komunikasi USB-nya tetapi menggunakan mikrokontroler ATmega 8U2 yang diprogram sebagai konverter USB ke serial. Uno sendiri diambil dari bahasa Italia yang artinya 1 (satu). Gambar 4 adalah board Arduino Uno dengan spesifikasi hardware:

- Mikrokontroler: ATmega328
- Tegangan Operasi: 5 V
- Tegangan Input: 7 – 12V
- Digital I/O: 14 pins
- PWM: 6 channels
- Analog Input: 6 channels
- Memory: 32KB Flash PEROM (0,5 KB digunakan oleh bootloader), 2KB SRAM dan 1KB EEPROM



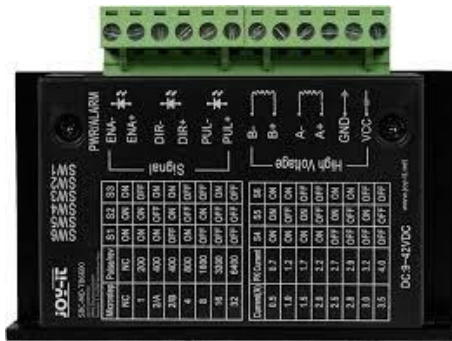
Gambar 4: Arduino Uno Board

Bagian utama Arduino Board terdiri dari terminal power supply, port USB, pin digital I/O, tombol reset, mikrokontroler ATmega328 dan pin analog input..

3.4 Driver Motor Stepper TB 6600

Driver TB 6600 mampu mengendalikan motor stepper dari 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, dan 1/16 step, bahkan memungkinkan lebih kecil dari itu. Untuk aplikasi darimotor. stepper dengan teknik microstepping yang digunakan untuk men-drive motor stepper sebagai penggerak utama koordinat x-y-z. TB 6600 adalah PWM

chopper-type single-chip bipolar sinusoidal. Penggerak motor step, step, micro-step. Kontrol rotasi depan dan belakang tersedia dengan 2 fase, fase 1-2 fase W1-2-fase, fase 2W1-2, dan fase 4W1-2 Mode. Motor step 2-fase bipolar-stepping dapat digerakkan hanya dengan sinyal clock dengan getaran rendah dan efisiensi tinggi. Pada Gambar 5 menunjukkan tampak atas Driver Motor Stepper Modul TB 6600.



Gambar 5: Driver Motor Stepper Modul TB6600.

Dengan rangkaian pengendali ini, dapat mengendalikan kecepatan dan arah putaran dari motor stepper. Rangkaian pengendali motor stepper menerima sinyal keluaran dari komputer, yang kemudian sinyal tersebut diperkuat lagi supaya keluaran sinyal yang dihasilkandapat menggerakkan motor stepper dengan baik.

3.5 Motor Stepper Nema 17

Motor Stepper adalah suatu motor listrik yang dapat mengubah pulsa listrik yangdiberikan menjadi gerakan motor discret (terputus) yang disebut step (langkah).Satu putaran motor memerlukan 360° dengan jumlah langkah yang tertentu perderajatnya. Ukuran kerja dari motor stepper biasanya diberikan dalam jumlahlangkah per-putaran per-detik.



Gambar 6 : Motor Stepper Nema 17

Motor stepper adalah motor yang digunakan sebagai penggerak/pemutar. Prinsipkerja motor stepper mirip dengan motor DC, sama-sama dicatu dengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Motor stepper tidak dapat bergerak sendirinya, tetapi bergerak secara per-step sesuai dengan spesifikasinya,

dan bergerak dari satu step ke step berikutnya memerlukan waktu, serta menghasilkantorsi yang besar pada kecepatan rendah. Motor stepper seperti terlihat pada gambar 6 juga memiliki karakteristik yang lain yaitu torsi penahan, yang memungkinkan menahan posisinya. Hal ini sangat berguna untuk aplikasi dimana suatu sistem memerlukan keadaan start dan stop.

Motor stepper tidak merespon sinyal clock dan mempunyai beberapa lilitan dimana lilitan-lilitan tersebut harus dicatu (tegangan) dahulu dengan suatu urutantertentu agar dapat berotasi. Membalik urutan pemberian tegangan tersebut akanmenyebabkan putaran motor stepper yang berbalik arah. Jika sinyal kontrol tidakterkirim sesuai dengan perintah maka motor stepper tidak akan berputar secaratepat, mungkin hanya akan bergetar dan tidak bergerak. Untuk mengontrol motor stepper

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil akhir dari alat penelitian yang telah dilaksanakan adalah sebuah prototype modul motor Stepper untuk laboratorium mesin Listrik. Langkah terakhir dari aktifitas pembuatan alat penelitian adalah memberi stiker warna biru pada kedua buah baling-baling motor steppernya. Langkah ini dilakukan supaya jika motor seteppernya berputar bisa terlihat jelas putarannya. Prototype Modul Motor Stepper untuk Laboratorium Mesin Listrik dari hasil rancang bangun kegiatan penelitian seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7 : Alat Lengkap Hasil Penelitian

4.1 Pengujian Alat

Untuk keperluan pengujian dan pengukuran alat hasil rancang bangun Modul Driver motor Stepper untuk Laboratorium Mesin Listrik, dibutuhkan tempat, bahan-bahan, peralatan yang memadai, serta peralatan bantu untuk menunjang pengujian. Adapun bahan-bahan dan peralatan pengujian dan pengukuran yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

4.1.1 Bahan yang Digunakan

Sebagai bahan pendukung untuk pelaksanaan pengujian dan pengukuran yang dilaksanakan untuk mendapatkan data-data pengukuran adalah sebagai berikut :

1. Kabel rol yang dilengkapi dengan steker dan stop kontak,
2. Stop kontak dengan tegangan sumber PLN 220 volt/50 Hz,
3. Power Supplay Unit 12 Vokt/ 5 Ampere,
4. Alat hasil penelitian,
5. Buku catatan dan alat tulis untuk mencatat data hasil pengujian.

4.1.2 Cara Melakukan Pengujian

Pertama kali yang harus dilakukan dalam melakukan pengujian dan pengukuran alat adalah menyiapkan alat yang diuji, bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian, peralatan bantu yang digunakan untuk mendukung pengujian serta semua peralatan ukur yang dibutuhkan. Alat hasil rancang bangun Modul Motor Stepper untuk Laboratorium Mesin Listrik, yang siap diuji.

4.1.2.1 Pengujian Power Supply Switching

Pengujian *Power Supply Unit Single Voltage (DC)* dilakukan untuk mengetahui berapakah konsumsi daya, Arduino Uno R3, joystick, driver motor stepper BT 660 dan Mptpr stepper Nema 17, saat alat sedang aktif dan tidak aktif. Cara melakukan pengukuran adalah dengan mengukur tegangan masukan catu daya (AC), tegangan keluaran catu daya (DC), arus keluaran saat semua perangkat tidak aktif dan saat semua sedang aktif. Adapun peralatan ukur yang digunakan pada saat pengukuran tegangan AC/DC dan arus DC adalah menggunakan Digital Multimeter Sanwa, semua data-data hasil pengukuran dicatat dan ditabelkan seperti pada tabel 2.

Tabel 2 : Pengukuran catu daya *Switching*

No.	PENGUK.	HASIL	KETERANG.
1	V. masukan	227 Volt (ac)	Sumber PLN
2	V. keluaran	5,2 Volt (dc)	Output MPS
3	I. Stand by	100 mA. (dc)	SSR off
4	I. SSR aktif	500 mA. (dc)	SSR on
5	P. Stand by	1,2 watt	Dihitung
6	P. Aktif	6,0 watt	Dihitung

4.1.2.2 Pengujian Tegangan Sensor Infra Red dan Penerima Remote

Pengujian mode on-off motor stepper dilakukan untuk mengetahui berapa derajat perubahan sudutnya dengan memberikan pulsa langkah per langkah. Dengan memberikan pulsa langkah per langkah yang setiap sesi ada sepuluh langkah dan dilakukan sebanyak enam kali setiap sesi. Dari setiap sesi awal sampai sesi terakhir diukur perubahan sudutnya. Data-data hasil pengukuran dicatat dan ditabelkan terlihat seperti pada tabel 3.

Tabel 3: Pengujian Mode On-Off Motor Stepper

NO	Pulsa Langkah	Motor 1 Sudut (°)	Motor 2 Sudut (°)
1	10	12	12
2	20	25	24
3	30	36	36
4	40	50	49
5	50	62	61
6	60	75	74

4.1.2.3 Pengujian Mode Kontinyu

Pengujian mode kontinyu motor stepper dilakukan untuk mengetahui berapa derajat

perubahan sudutnya dengan memberikan pulsa kontinyu (terus menerus) yang berlangsung beberapa menit. Dengan memberikan pulsa kontinyu (terus menerus) yang setiap sesi dilakukan selama satu menit kemudian diulang selama satu menit sebanyak enam kali setiap sesi. Pada pengujian ini dilakukan untuk kedua arah putar, yaitu sesuai arah putar jarum jam (CW) dan berlawanan arah jarum jam (CCW) dari kedua motor tersebut. Dalam melakukan pengujian ini dilaksanakan untuk motor satu, jika pengujian motor satu selesai kemudian dilakukan pengujian motor dua sampai selesai. Dari setiap sesi awal sampai sesi terakhir diukur perubahan sudut putaranya dengan menggunakan busur derajat untuk mengetahui kecepatan sudut dari motor setepennya. Data-data hasil pengukuran setiap sesi dicatat dan ditabelkan terlihat seperti pada tabel 4 untuk motor satu dan, seperti pada tabel 5 untuk motor dua.

Tabel 4: Pengujian Mode Kontinyu Stepper 1

NO.	Waktu (Menit)	Putaran (CW)	Putaran (CCW)
1	1 mnt	2	2
2	2 mnt	4	4
3	3 mnt	6	6
4	4 mnt	8	8
5	5 mnt	10	10
6	6 mnt	12	12

Tabel 5: Pengujian Mode Kontinyu Stepper 2

NO.	Waktu (Menit)	Putaran (CW)	Putaran (CCW)
1	1 mnt	2	2
2	2 mnt	4	4
3	3 mnt	6	6
4	4 mnt	8	8
5	5 mnt	10	10
6	6 mnt	12	12

4.2 Pembahasan Hasil Pengujian

Dari data hasil pengukuran catu daya switching seperti pada tabel 1 dapat diketahui bahwa kebutuhan arus saat alat tidak aktif dan aktif adalah 100 mA. dan 500 mA. Karena catu daya switching yang digunakan mempunyai rating arus 5 Ampere, maka catu daya tersebut masih memenuhi syarat untuk digunakan. Konsumsi daya pada saat alat tidak aktif hanya 1,2 Watt atau kurang dari 2 watt, konsumsi daya pada saat alat sedang aktif adalah 6,0 Watt atau jauh lebih sedikit dibanding dengan kemampuan daya power supply unit yang sebesar 60 Watt dan dengan tegangan supply 5,2 volt.

Pada hasil pengukuran putaran motor stepper dengan mode on-off dengan memberikan pulsa perlangkah seperti pada tabel 2. Pada pengujian no. 1 selama pemberian pulsa langkah sebanyak 10 kali menghasilkan perubahan sudut sebesar 12 derajat untuk motor 1 dan motor 2. Pengujian selanjutnya setiap pemberian pulsa Langkah sebanyak sepuluh kali menghasilkan perubahan sudut berkisar sebesar 12 derajat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa motor stepper satu dan dua mempunyai spesifikasi perubahan sudut tiap diberikan pulsa satu Langkah/step didapat sebesar 1,2 derajat per pulsa unit step.

Pada hasil pengukuran putaran motor stepper dengan mode kontinu dengan memberikan pulsa langkah/step secara terus menerus, hasilnya terlihat seperti pada tabel 3. Pada pengujian no. 1 selama pemberian pulsa kontinu selama satu menit menghasilkan perubahan sudut sebesar 2 putaran atau 720 derajat untuk motor 1 dengan putaran searah jarum jam (CW). Demikian juga untuk pengujian berlawanan arah jarum jam (CCW), antara motor satu dan motor 2 menghasilkan data yang sama, seperti terlihat pada table 4 dan table 5. Dengan demikian

dapat disimpulkan bahwa motor stepper satu dan dua mempunyai spesifikasi kecepatan sudut tiap diberikan pulsa kontinu selama satu menit menghasilkan dua putaran poros motor. Hal ini dapat dilihat dari berputarnya baling-baling yang dipasang pada poros motor. Dari perhitungan yang dilakukan pada table 4 dan table 5 didapat bahwa kecepatan motor stepper satu dan dua untuk arah putaran searah jam dan berlawanan arah jarum jam menghasilkan kecepatan putar 2 RPM (Resolution Per Menit).

4.3 Spesifikasi Alat

Dari hasil pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan dengan peralatan ukur digital dan prosedur yang berlaku, serta pembahasan alat hasil Rancang Bangun Modul Driver Motor Stepper untuk Laboratorium Mesin Listrik mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Catu Daya :
 Tegangan : 12 volt/ 5 Ampere
 Arus : 100 mA (Motor Stepper tidak aktif)
 Arus : 500 mA (Motor stepper aktif)
 Daya : 1,2 Watt/6,0 Watt
2. Catu Daya Driver : 12 Volt/ 5 Amper
3. Type Kontroller : Arduino Uno R3
4. Coding : Arduino Ide
5. Type Driver : TB 6600
6. Type Stepper : Nema 17
7. Langkah/step : 1,2 °
8. Kecepatan sudut : 2 RPM
9. Type Joystick : KY-023
10. Catu Daya Kontroller : 5 sd 12 Volt
11. Catu Daya Driver : 9 sd 40 Volt
12. Catu Daya Stepper : 12 Volt
13. Catu Daya Joy-Stick : 3,3 sd 5 Volt
14. Dimen. Kotak Panel : 270 x 230 x 110 mm
15. Berat Panel dan isi : +/- 2 Kg.

5. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan pengukuran dari beberapa besaran yang berkaitan dengan kelistrikan dan unjuk kerja modul. Dan hasil datanya kemudian dibahas dalam pembahasan hasil pengujian dan pengukuran, maka hasil dari pembahasan dapat disusun kesimpulan dan dibuatlah saran-saran sebagai berikut :

- Hasil penelitian berupa alat Rancang Bangun Modul Driver Motor Stepper untuk Laboratorim Mesin Listrik membutuhkan daya operasi sebesar 6 Watt pada saat modul aktif.
- Dalam keadaan modul sedang aktif untuk operasi on-off, motor stepper berputar dengan sudut 1,2 derajat setiap pemberian pulsa sebesar satu Langkah/step. Hal ini berlaku untuk motor stepper satu dan dua.
- Dalam keadaan modul sedang aktif untuk operasi kontinyu, motor stepper berputar sebesar 2 RPM atau 720 derajat setiap pemberian pulsa kontinyu selama satu menit terus menerus. Hal ini berlaku untuk motor stepper satu dan dua baik berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Wardhana, Arief Wisnu, and Daru Tri Nugroho.** "Pengontrolan Motor Stepper Menggunakan Driver DRV 8825 Berbasis Signal Square Wave dari Timer Mikrokontroler AVR." *Jurnal Nasional Teknik Elektro* (2018): 80-89.
- Rifa'i, Muhamad, et al.** "Scaling data PLC sebagai pengontrol motor stepper penggerak ulir extruder." *JURNAL ELTEK* 19.2 (2021): 80-87.

Anggraini, Felia Dina. "PENGONTROLAN MOTOR STEPPER PADA MICRO FLOW CONTROL BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER." (2024).

Zahrok, Riyana Fatimatus, Setyawan Purnomo Sakti, and Dewi Anggraeni. "Rancang Bangun Pengontrol Jarak Menggunakan Motor Stepper Nema 17 Berbasis Mega 2560 Pro pada Ultrasonic Atomizer Spray Coating." no. August (2021): 1-14.

Rachman, Fathur. *Pengontrol Motor Stepper Menggunakan Potensiometer Berbasis IC TTL.* Diss. Universitas Mercu Buana, 2009.

Nabasasya, Rayhan Aufa. *Implementasi Motor Stepper Nema 17 Sebagai Penggerak Balancing Robot Dengan Sistem Pengontrol Berbasis Android.* Diss. Politeknik Negeri Sriwijaya, 2021.

Usmardi, Usmardi, et al. "Pelatihan Aplikasi Mikrokontroler Pengontrolan Motor DC dan Motor Stepper Bagi Alumni Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe." *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*. Vol. 5. No. 1. 2021.

Wicaksono, Mahendra. *Rancang Bangun Simulasi Pengontrol Exhaust Gas Temperature (EGT) Limiter Pada Pesawat Menggunakan Motor Stepper.* Diss. POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, 2019.

Soedjarwanto, Noer, Gigih Forda Nama, and Rega Astu Nugroho.

"Prototipe smart door lock menggunakan motor stepper berbasis iot (internet of things)." *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro* 15.2 (2021): 73-82.

Lourenzaa, Sylvia. "Miniatur Sistem Pemindahan Barang Pada Konveyor Dengan Penggerak Motor Stepper." *Jurnal ELPOTECS* 4.2 (2021): 1-9.

Kolondam, Michael. "Desain dan Konstruksi Sistem Kontrol Posisi pada Panel Surya dengan Menggunakan Smart Peripheral Controller (SPC)-Stepper Motor dan PC-Link Usber." *Jurnal Ilmiah Sains* (2012): 21-27.

Setyono, Iffan Bayu, Slamet Supriyadi, and Aan Burhanuddin. "Uji Performa Motor Stepper pada Ventilator Mekanis Berbasis Arduino." *Proceeding Science*

and Engineering National Seminar. Vol. 5. No. 1. 2020.

Putra, Wahyu, and SEKOLAH TINGGI TEKNIK PLN. "Sistem Kendali Motor Stepper Sebagai Penggerak Horizontal dan Vertikal." *Teknik Elektro. Sekolah Tinggi Teknik PLN. Jakarta* (2011).

Fuada, Syifaul, Cahyanng Nur Karimah, and Dyah Lestari. "Perancangan dan Pembuatan Tool Kit Motor Stepper jenis Bipolar untuk Pembelajaran Sistem Kontrol." *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains* (2015).

Maya, S. (2023). *Pengaturan Posisi Sudut Putar Motor Stepper Pada Miniature Bending Menggunakan Metode Microstepping* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).