

Panduan Lengkap Mengontrol AC Servo Drive P100S Menggunakan Arduino Uno

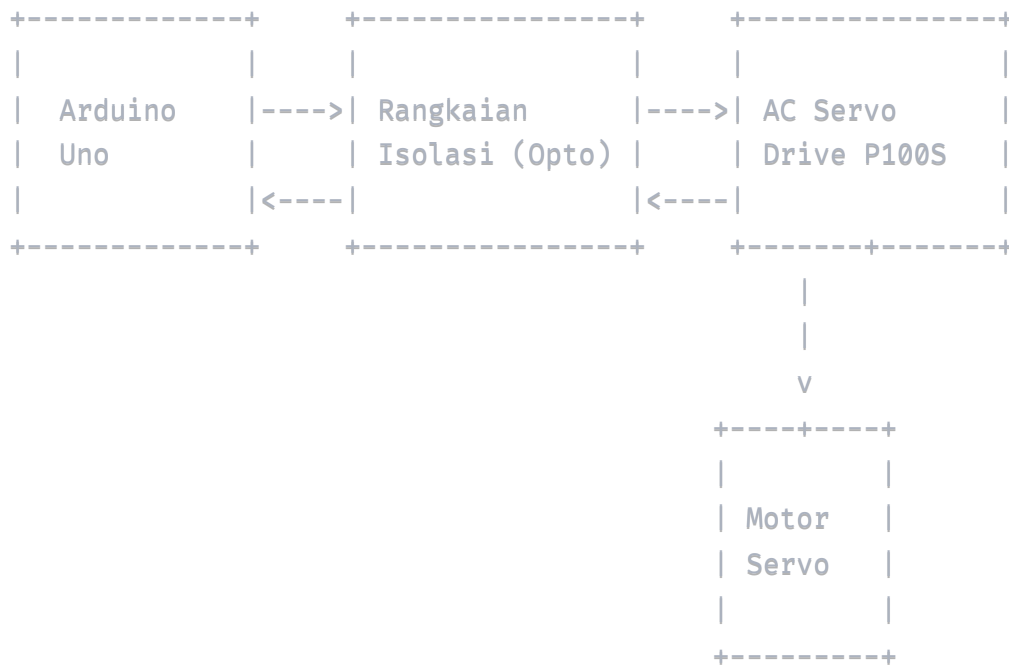
Daftar Isi

1. Pengenalan
2. Blok Diagram Sistem
3. Komponen yang Dibutuhkan
4. Diagram Koneksi
5. Persiapan Servo Drive
6. Konfigurasi Parameter
7. Pemrograman Arduino
8. Pengujian Sistem
9. Troubleshooting
10. Parameter Lanjutan & Optimasi
11. Tips dan Saran

Pengenalan

AC Servo Drive P100S adalah pengendali motor servo yang presisi tinggi. Dokumen ini menjelaskan cara mengontrol servo drive P100S menggunakan Arduino Uno dengan pendekatan yang sederhana dan praktis. Kontrol akan dilakukan melalui mode "Internal Position", yang memungkinkan Anda untuk memprogram hingga 8 posisi berbeda dan memilihnya menggunakan sinyal digital.

Blok Diagram Sistem



Aliran Kontrol:

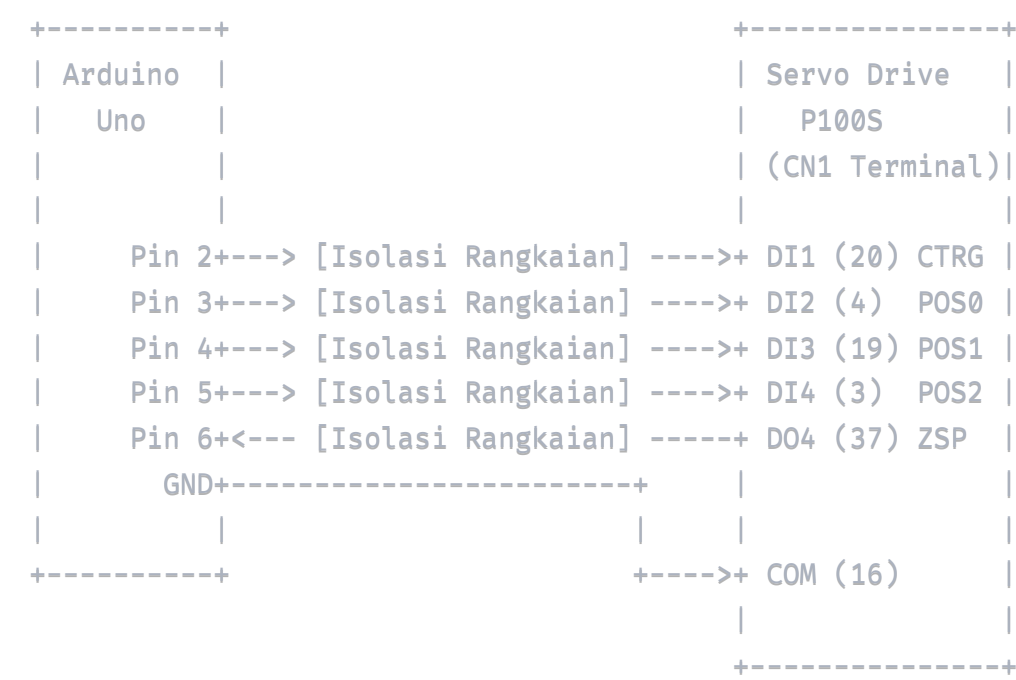
1. Arduino mengirimkan sinyal digital untuk pemilihan posisi (POS0, POS1, POS2)
2. Arduino mengirimkan sinyal trigger (CTRG) untuk mengaktifkan pergerakan
3. Servo Drive menggerakkan motor sesuai posisi yang dipilih
4. Servo Drive mengirimkan sinyal zero speed (ZSP) ke Arduino saat motor berhenti

Komponen yang Dibutuhkan

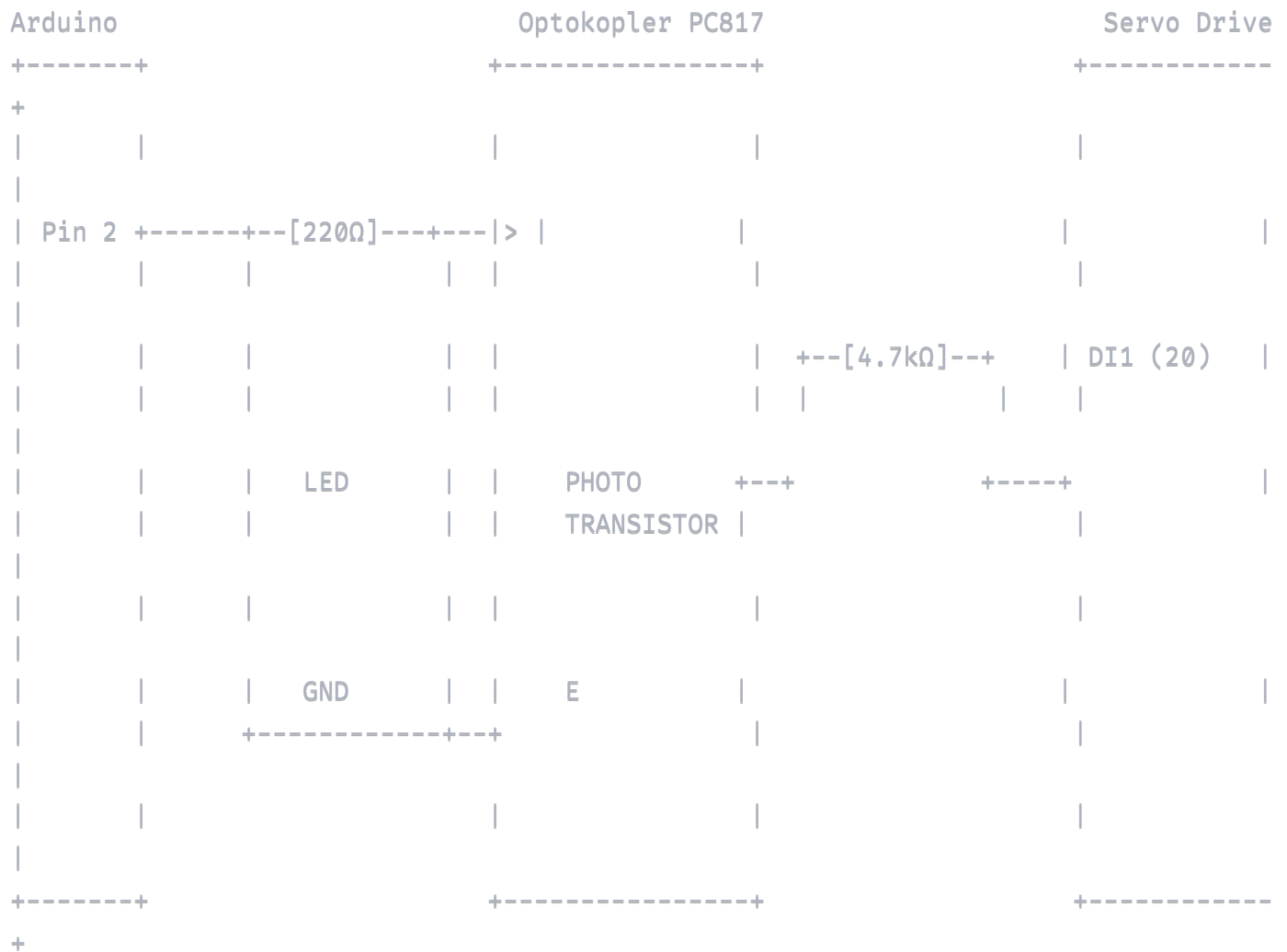
- Arduino Uno
- AC Servo Drive P100S
- Motor Servo yang kompatibel (seri DB sesuai tabel pada halaman 8 manual)
- Rangkaian isolasi (optokopler PC817 4 channel atau setara)
- Catu daya AC 220V untuk servo drive
- Catu daya DC 24V untuk rangkaian kontrol servo drive
- Resistor 220Ω (4-5 buah)
- Resistor 4.7kΩ (4-5 buah)
- Kabel jumper
- Circuit breaker atau fuse untuk pengaman
- Terminal block untuk sambungan daya

Diagram Koneksi

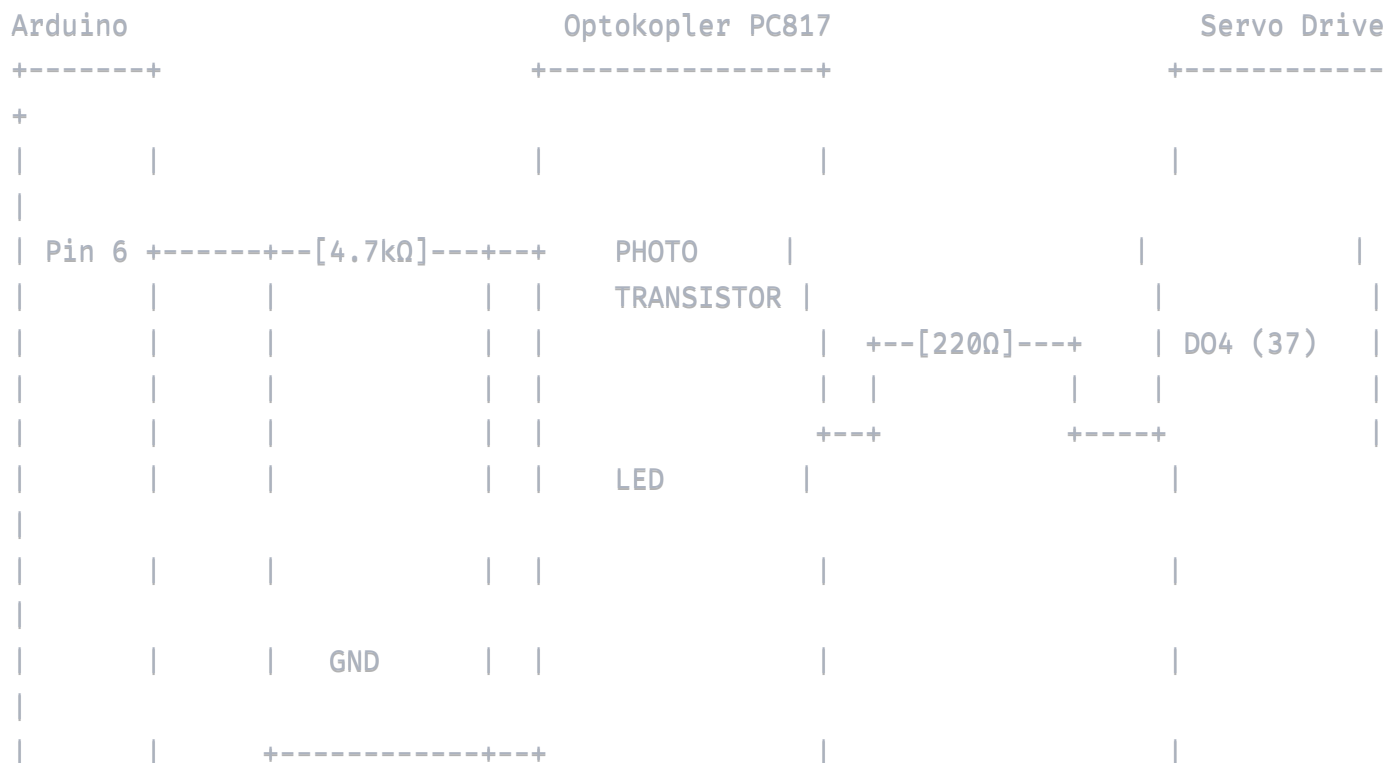
Blok Diagram Koneksi Arduino ke Servo Drive

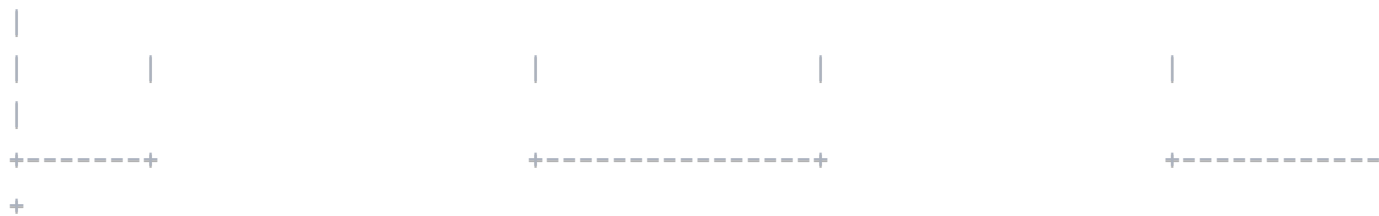


Skematik Koneksi dengan Optokopler (Direkomendasikan)

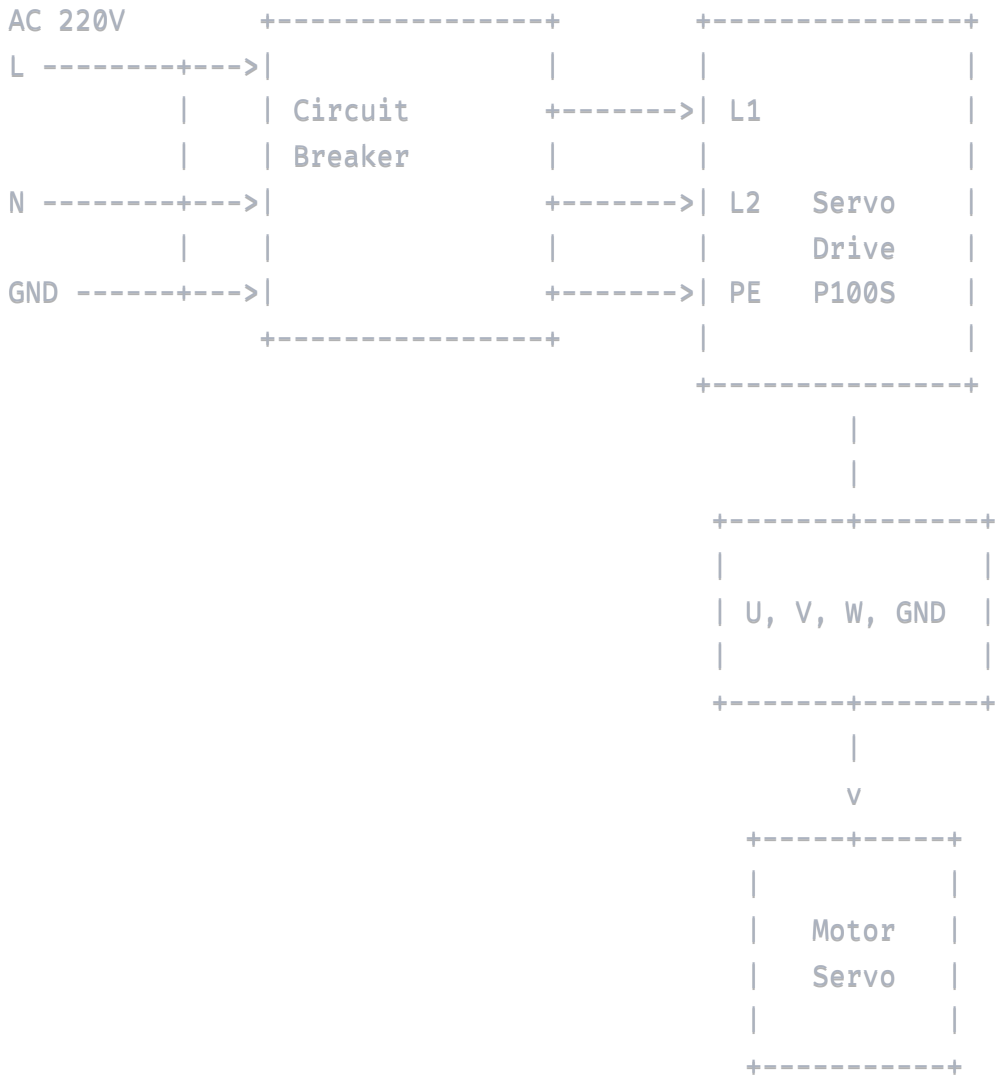


(Rangkaian yang sama untuk POS0, POS1, POS2)





Koneksi Catu Daya Sistem



Penjelasan Pin Koneksi CN1 yang Digunakan

| No. Pin | Nama | Fungsi | Koneksi ke Arduino |
|---------|------|----------------------------|-------------------------------------|
| 20 | DI1 | Input digital 1 (CTRG) | Digital Pin 2 (melalui isolasi) |
| 4 | DI2 | Input digital 2 (POS0) | Digital Pin 3 (melalui isolasi) |
| 19 | DI3 | Input digital 3 (POS1) | Digital Pin 4 (melalui isolasi) |
| 3 | DI4 | Input digital 4 (POS2) | Digital Pin 5 (melalui isolasi) |
| 37 | DO4 | Output digital 4 (ZSP) | Digital Pin 6 (melalui isolasi) |
| 16 | COM | Common untuk input digital | GND Arduino (melalui isolasi) |
| 23 | 0V | 0V internal | Tidak terhubung langsung ke Arduino |
| 44 | E24V | 24V internal | Untuk suplai rangkaian optokopler |

Persiapan Servo Drive

Sebelum menghubungkan ke Arduino, pastikan Servo Drive dikonfigurasi dengan benar:

Langkah-langkah Persiapan Awal:

1. Instalasi Servo Drive:

- Pasang servo drive pada panel dengan ventilasi yang cukup
- Pastikan ada jarak minimal 5cm di sekeliling drive untuk pendinginan
- Hubungkan ground dengan benar untuk keamanan

2. Hubungkan Motor:

- Sambungkan kabel U, V, W motor ke terminal U, V, W servo drive
- Sambungkan kabel encoder motor ke CN2 servo drive
- Pastikan tidak ada hubungan pendek atau koneksi yang salah

3. Pasang Catu Daya:

- Hubungkan catu daya AC 220V ke terminal L1, L2 servo drive
- Periksa tegangan sebelum menghidupkan sistem

4. Pengujian Awal:

- Hidupkan servo drive tanpa mengaktifkan servo (tanpa enable)
- Pastikan display menyala dan menampilkan "r 0" (siap/ready)
- Jika ada alarm atau error, selesaikan terlebih dahulu

Pengujian Mode JOG Manual:

1. Tekan tombol SET untuk masuk ke menu
2. Gunakan tombol ↑ atau ↓ hingga tampil "JOG--"

3. Tekan SET untuk masuk mode JOG
4. Gunakan tombol ↑ untuk gerakan CCW atau ↓ untuk gerakan CW
5. Atur kecepatan JOG melalui parameter PA21 jika diperlukan
6. Pastikan motor berputar halus tanpa getaran atau suara abnormal

Konfigurasi Parameter

Parameter berikut perlu diubah untuk mengatur servo drive dalam mode internal position. Pengaturan parameter dilakukan melalui panel depan servo drive. Berikut adalah panduan detail tentang cara mengatur parameter-parameter kunci:

Langkah-langkah Pengaturan Parameter Secara Detail:

1. Masuk ke Mode Parameter:

- Nyalakan servo drive dan tunggu hingga tampil kode status (biasanya "r 0")
- Tekan tombol SET untuk masuk ke menu utama
- Gunakan tombol ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "PA--"
- Tekan SET lagi untuk masuk ke mode parameter

2. Mengatur PA4 - Mode Kontrol:

- Setelah masuk mode parameter, gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "PA 4"
- Tekan SET untuk melihat nilai saat ini
- Gunakan ↑ atau ↓ untuk mengubah nilai menjadi "0" (mode kontrol posisi)
- Tekan SET untuk menyimpan (layar akan berkedip dua kali)
- Tekan ← untuk kembali ke pemilihan parameter

3. Mengatur PA14 - Mode Input Perintah Posisi:

- Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "PA 14"
- Tekan SET untuk melihat nilai saat ini
- Gunakan ↑ atau ↓ untuk mengubah nilai menjadi "3" (input posisi internal)
- Tekan SET untuk menyimpan (layar akan berkedip dua kali)
- Tekan ← untuk kembali ke pemilihan parameter

4. Masuk ke Mode Parameter P3 (untuk konfigurasi I/O):

- Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P3--"

- Tekan SET untuk masuk ke grup parameter P3

5. Mengatur P3-0 sampai P3-3 (Fungsi Input Digital):

- Untuk P3-0: Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P3-0"
 - Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "28" (CTRG)
 - Tekan SET untuk menyimpan
- Untuk P3-1: Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P3-1"
 - Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "29" (POS0)
 - Tekan SET untuk menyimpan
- Untuk P3-2: Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P3-2"
 - Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "30" (POS1)
 - Tekan SET untuk menyimpan
- Untuk P3-3: Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P3-3"
 - Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "31" (POS2)
 - Tekan SET untuk menyimpan

6. Mengatur P3-23 (Fungsi Output Digital):

- Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P3-23"
- Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "4" (ZSP - Zero Speed)
- Tekan SET untuk menyimpan

7. Masuk ke Mode Parameter P4 (untuk konfigurasi posisi internal):

- Tekan ← untuk kembali ke menu utama
- Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P4--"
- Tekan SET untuk masuk ke grup parameter P4

8. Mengatur P4-0 (Mode Instruksi Posisi Internal):

- Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P4-0"
- Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "0" (posisi absolut)
- Tekan SET untuk menyimpan

9. Mengatur P4-1 (Delay Output):

- Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P4-1"

- Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "0" (tidak ada delay)
- Tekan SET untuk menyimpan

10. Konfigurasi Parameter Posisi 1 (Sebagai Contoh):

- Posisi 1 menggunakan parameter P4-2, P4-3, dan P4-4:
 - P4-2: Jumlah putaran (misal: 1 untuk 1 putaran)
 - Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P4-2"
 - Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "1"
 - Tekan SET untuk menyimpan
 - P4-3: Jumlah pulsa dalam putaran (biasanya 0)
 - Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P4-3"
 - Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "0"
 - Tekan SET untuk menyimpan
 - P4-4: Kecepatan gerakan dalam rpm (misal: 500)
 - Gunakan ↑ atau ↓ hingga layar menampilkan "P4-4"
 - Tekan SET, lalu ubah nilai menjadi "500"
 - Tekan SET untuk menyimpan

11. Menerapkan Parameter:

- Setelah semua parameter diatur, tekan ← beberapa kali hingga kembali ke tampilan status
- Matikan servo drive dan nyalakan kembali agar perubahan parameter diterapkan sepenuhnya

Parameter Dasar yang Perlu Diubah:

| Parameter | Fungsi | Nilai yang Direkomendasikan |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|
| PA4 | Mode Kontrol | 0 (Mode kontrol posisi) |
| PA14 | Mode Input Perintah Posisi | 3 (Input posisi internal) |
| P3-0 | Fungsi DI1 | 28 (CTRG - Trigger posisi) |
| P3-1 | Fungsi DI2 | 29 (POS0) |
| P3-2 | Fungsi DI3 | 30 (POS1) |
| P3-3 | Fungsi DI4 | 31 (POS2) |
| P3-23 | Fungsi DO4 | 4 (ZSP - Sinyal kecepatan nol) |
| P4-0 | Mode Instruksi Posisi Internal | 0 (Mode posisi absolut) |
| P4-1 | Delay Output Posisi Selesai | 0 (Tidak ada delay) |

Detail Konfigurasi Posisi:

Tabel berikut menunjukkan parameter untuk 8 posisi berbeda yang dapat dikonfigurasi:

| Posisi | Kombinasi POS | Parameter Siklus | Parameter Pulsa | Parameter Kecepatan |
|--------|---------------|------------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 000 | P4-2 | P4-3 | P4-4 |
| 2 | 001 | P4-5 | P4-6 | P4-7 |
| 3 | 010 | P4-8 | P4-9 | P4-10 |
| 4 | 011 | P4-11 | P4-12 | P4-13 |
| 5 | 100 | P4-14 | P4-15 | P4-16 |
| 6 | 101 | P4-17 | P4-18 | P4-19 |
| 7 | 110 | P4-20 | P4-21 | P4-22 |
| 8 | 111 | P4-23 | P4-24 | P4-25 |

Contoh Pengaturan Posisi:

Untuk pengaturan sederhana dengan 4 posisi, Anda bisa menggunakan:

Posisi 1 (POS2=0, POS1=0, POS0=0): Putar 1 putaran dengan kecepatan 500 rpm

- P4-2 = 1 (1 putaran)
- P4-3 = 0 (0 pulsa tambahan)
- P4-4 = 500 (500 rpm)

Posisi 2 (POS2=0, POS1=0, POS0=1): Putar 2 putaran dengan kecepatan 1000 rpm

- P4-5 = 2 (2 putaran)
- P4-6 = 0 (0 pulsa tambahan)
- P4-7 = 1000 (1000 rpm)

Posisi 3 (POS2=0, POS1=1, POS0=0): Putar -1 putaran (arah berlawanan) dengan kecepatan 800 rpm

- P4-8 = -1 (-1 putaran)
- P4-9 = 0 (0 pulsa tambahan)
- P4-10 = 800 (800 rpm)

Posisi 4 (POS2=0, POS1=1, POS0=1): Kembali ke posisi awal (0) dengan kecepatan 1500 rpm

- P4-11 = 0 (0 putaran)
- P4-12 = 0 (0 pulsa tambahan)

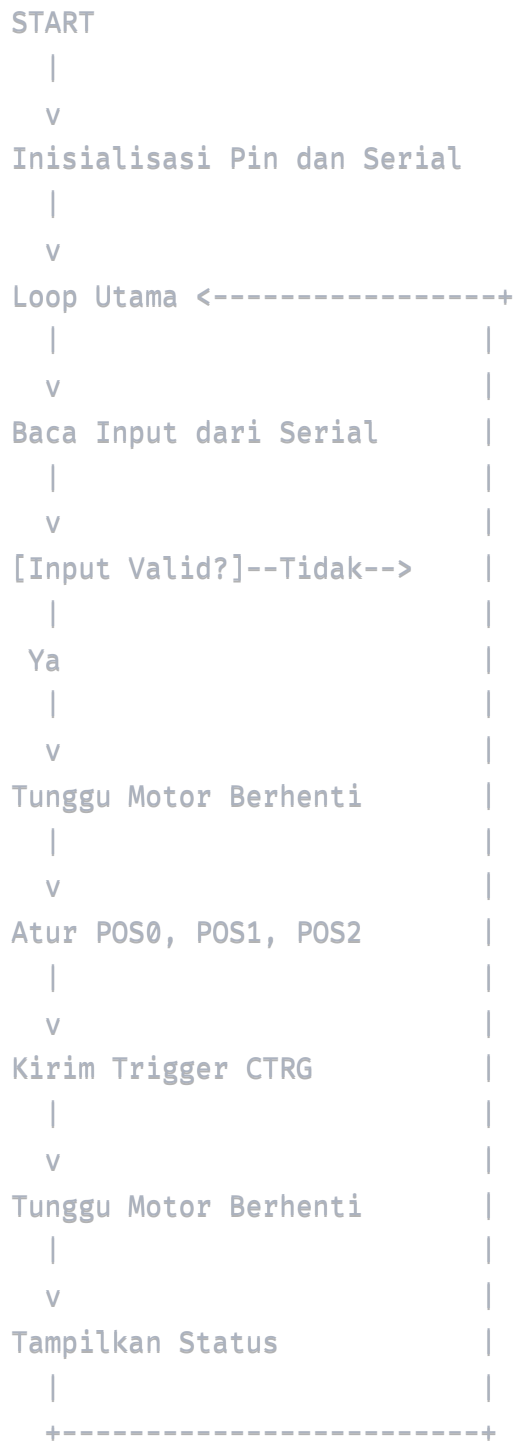
- P4-13 = 1500 (1500 rpm)

Ilustrasi Pergerakan Motor Berdasarkan Konfigurasi di Atas:

| Posisi | Arah | Target | Kecepatan |
|--------|-------|-----------------|-----------|
| 1 | ----> | 1 putaran | 500 rpm |
| 2 | ----> | 2 putaran | 1000 rpm |
| 3 | <---- | -1 putaran | 800 rpm |
| 4 | v | 0 (posisi awal) | 1500 rpm |

Pemrograman Arduino

Skematik Alur Logika Program:



Kode Dasar untuk Arduino


```

// Program Kontrol AC Servo Drive P100S dengan Arduino Uno
// Mode kontrol: Internal Position

// Definisi pin
const int CTRG_PIN = 2;    // DI1 (Pin 20) - Trigger
const int POS0_PIN = 3;    // DI2 (Pin 4) - Bit 0 pemilihan posisi
const int POS1_PIN = 4;    // DI3 (Pin 19) - Bit 1 pemilihan posisi
const int POS2_PIN = 5;    // DI4 (Pin 3) - Bit 2 pemilihan posisi
const int ZSP_PIN = 6;     // D04 (Pin 37) - Zero Speed Signal

// Delay untuk menunggu motor berhenti
const int MOTOR_DELAY = 1000; // ms
const int TRIGGER_PULSE = 50; // ms - durasi pulsa trigger

void setup() {
    // Inisialisasi pin
    pinMode(CTRG_PIN, OUTPUT);
    pinMode(POS0_PIN, OUTPUT);
    pinMode(POS1_PIN, OUTPUT);
    pinMode(POS2_PIN, OUTPUT);
    pinMode(ZSP_PIN, INPUT);

    // Inisialisasi status
    digitalWrite(CTRG_PIN, LOW);
    digitalWrite(POS0_PIN, LOW);
    digitalWrite(POS1_PIN, LOW);
    digitalWrite(POS2_PIN, LOW);

    Serial.begin(9600);
    Serial.println("=====");
    Serial.println("  Kontrol AC Servo Drive P100S");
    Serial.println("=====");
    Serial.println("Pilih posisi (1-8) lalu tekan Enter");
    Serial.println("-----");
}

void loop() {
    if (Serial.available() > 0) {
        char cmd = Serial.read();

        if (cmd >= '1' && cmd <= '8') {
            int position = cmd - '0'; // Konversi karakter ke angka
            moveToPosition(position);
        }
    }
}

```

```
    }  
  }  
}
```

```
// Fungsi untuk memilih dan menggerakkan ke posisi tertentu  
void moveToPosition(int position) {  
  Serial.print("Bergerak ke posisi: ");  
  Serial.println(position);  
  
  // Tunggu jika motor masih bergerak  
  waitForMotorStop();  
  
  // Pilih posisi dengan mengatur POS0, POS1, POS2  
  // Posisi 1: 000, Posisi 2: 001, Posisi 3: 010, dll.  
  
  // Konversi posisi (1-8) ke kode biner 3-bit (000-111)  
  // position-1 karena kita ingin:  
  // posisi 1 -> 000  
  // posisi 2 -> 001  
  // ...  
  // posisi 8 -> 111  
  
  // Ambil bit ke-0 (paling kanan)  
  digitalWrite(POS0_PIN, (position - 1) & 0x01);  
  
  // Ambil bit ke-1 (tengah) dengan menggeser 1 bit ke kanan  
  digitalWrite(POS1_PIN, ((position - 1) >> 1) & 0x01);  
  
  // Ambil bit ke-2 (paling kiri) dengan menggeser 2 bit ke kanan  
  digitalWrite(POS2_PIN, ((position - 1) >> 2) & 0x01);  
  
  // Tampilkan status posisi yang dikirim  
  Serial.print("POS2=");  
  Serial.print(digitalRead(POS2_PIN));  
  Serial.print(", POS1=");  
  Serial.print(digitalRead(POS1_PIN));  
  Serial.print(", POS0=");  
  Serial.println(digitalRead(POS0_PIN));  
  
  // Tunda sebentar untuk memastikan sinyal POS stabil  
  delay(50);  
  
  // Trigger pergerakan dengan memberikan pulsa pada CTRG  
  Serial.println("Mengirim trigger...");
```

```

digitalWrite(CTRG_PIN, HIGH);
delay(TRIGGER_PULSE);
digitalWrite(CTRG_PIN, LOW);

Serial.println("Motor bergerak...");

// Tunggu motor berhenti
waitForMotorStop();

Serial.println("Pergerakan selesai!");
Serial.println("-----");
Serial.println("Pilih posisi (1-8) lalu tekan Enter");
}

// Fungsi untuk menunggu motor berhenti
void waitForMotorStop() {
    // Tunggu hingga sinyal ZSP HIGH (motor dalam keadaan diam)
    int timeout = 10000; // Timeout 10 detik
    unsigned long startTime = millis();

    // Tunda sebentar untuk memastikan status ZSP sudah terupdate
    delay(100);

    // Jika motor sudah berhenti (ZSP=HIGH), langsung selesai
    if (digitalRead(ZSP_PIN) == HIGH) {
        Serial.println("Motor sudah berhenti");
        return;
    }

    Serial.println("Menunggu motor berhenti...");

    while (digitalRead(ZSP_PIN) != HIGH) {
        delay(10);
        if (millis() - startTime > timeout) {
            Serial.println("Timeout menunggu motor berhenti!");
            break;
        }
    }

    if (digitalRead(ZSP_PIN) == HIGH) {
        Serial.println("Motor telah berhenti");
    }
}

```


Penjelasan Kode:

1. **Definisi Pin:** Mengatur pin Arduino yang terhubung ke servo drive.
2. **Setup:** Inisialisasi pin dan komunikasi serial.
3. **Loop:** Membaca perintah dari Serial Monitor.
4. **moveToPosition:** Fungsi utama untuk memilih dan menggerakkan motor ke posisi tertentu:
 - Menunggu motor berhenti (jika masih bergerak)
 - Mengatur bit POS0, POS1, POS2 sesuai posisi yang dipilih
 - Mengirim pulsa CTRG untuk memicu pergerakan
 - Menunggu motor berhenti sebelum menerima perintah baru
5. **waitForMotorStop:** Fungsi untuk menunggu motor berhenti (ZSP = HIGH), dengan timeout untuk menghindari program hang.

Konversi Posisi ke Sinyal Digital:

Position = 1:
(1-1) = 0 = 000 dalam biner
POS2=0, POS1=0, POS0=0

Position = 2:
(2-1) = 1 = 001 dalam biner
POS2=0, POS1=0, POS0=1

Position = 3:
(3-1) = 2 = 010 dalam biner
POS2=0, POS1=1, POS0=0

Position = 4:
(4-1) = 3 = 011 dalam biner
POS2=0, POS1=1, POS0=1

Position = 5:
(5-1) = 4 = 100 dalam biner
POS2=1, POS1=0, POS0=0

Position = 6:
(6-1) = 5 = 101 dalam biner
POS2=1, POS1=0, POS0=1

Position = 7:
(7-1) = 6 = 110 dalam biner
POS2=1, POS1=1, POS0=0

Position = 8:
(8-1) = 7 = 111 dalam biner
POS2=1, POS1=1, POS0=1

Pengujian Sistem

Langkah-langkah Pengujian:

1. Persiapan:

- Pastikan semua koneksi sudah benar, termasuk isolasi antar-rangkaian
- Verifikasi pengaturan parameter pada servo drive
- Periksa kembali pengkabelan daya
- Pastikan emergency stop berfungsi (jika ada)

2. Upload Program:

- Hubungkan Arduino ke komputer
- Upload kode program yang telah dibuat
- Buka Serial Monitor (baud rate 9600)

3. Uji Posisi Individual:

- Ketik angka 1 dan tekan Enter di Serial Monitor untuk menggerakkan ke posisi 1
- Amati pergerakan motor dan informasi di Serial Monitor
- Ulangi untuk posisi 2-8 sesuai kebutuhan

4. Uji Berurutan:

- Buat program tambahan untuk menggerakkan motor secara berurutan melalui semua posisi
- Verifikasi bahwa motor berhenti di setiap posisi sebelum melanjutkan

5. Verifikasi Performa:

- Periksa akurasi posisi (apakah motor berhenti di posisi yang tepat)
- Amati kelancaran pergerakan (tanpa getaran atau suara abnormal)
- Periksa waktu respons (dari trigger dikirim hingga motor bergerak)

Pemantauan Status Servo Drive:

Gunakan mode monitoring servo drive untuk memverifikasi:

1. Pilih "DP--" dari menu utama
2. Pilih mode display yang sesuai (seperti posisi aktual, kecepatan, dll)
3. Bandingkan nilai yang ditampilkan dengan yang diharapkan

Troubleshooting

Masalah Umum dan Solusi:

| Masalah | Kemungkinan Penyebab | Solusi |
|--------------------------------|---|--|
| Motor tidak bergerak | - Servo tidak enabled - Parameter tidak sesuai - Koneksi salah - Alarm aktif | - Periksa parameter PA53 - Verifikasi PA4=0, PA14=3 - Periksa kabel dan koneksi - Lihat kode error di display |
| Gerakan tidak akurat | - Parameter gain tidak tepat - Beban terlalu berat - Pengaturan posisi salah | - Sesuaikan PA9, PA5 - Periksa spesifikasi beban - Verifikasi parameter P4 |
| Motor bergetar/tidak stabil | - Gain terlalu tinggi - Resonansi mekanis - Filter tidak sesuai | - Kurangi PA9, PA5 - Periksa pemasangan mekanis - Sesuaikan PA7, PA8 |
| Error pada Servo Drive | - Berbagai penyebab - Lihat Chapter 8 manual | - Lihat kode error - Reset alarm (PA61=1) - Perbaiki masalah yang ditemukan |
| Arduino tidak mengontrol Servo | - Level tegangan tidak sesuai - Isolasi tidak berfungsi - Parameter I/O salah | - Periksa rangkaian isolasi - Ukur tegangan pada pin input - Verifikasi P3-0 hingga P3-3 |
| ZSP tidak terdeteksi | - Koneksi salah - Parameter DO salah - Level tegangan tidak sesuai | - Periksa koneksi - Verifikasi P3-23=4 - Periksa rangkaian isolasi |

Metode Verifikasi Sinyal:

1. Menggunakan Multimeter:

- Ukur tegangan pada pin input servo drive saat Arduino mengirim sinyal
- Verifikasi bahwa sinyal mencapai level tegangan yang sesuai

2. Menggunakan LED Indikator:

- Tambahkan LED (dengan resistor seri) pada output Arduino
- Verifikasi bahwa sinyal keluar dari Arduino dengan benar

3. Debugging via Serial Monitor:

- Tambahkan perintah Serial.print() untuk melacak status program
- Pantau status input/output di Serial Monitor

Kode Error Umum:

Beberapa kode error yang mungkin muncul pada display servo drive:

| Kode | Deskripsi | Solusi |
|--------|---|--|
| Err-1 | Kecepatan berlebih | Kurangi kecepatan atau periksa parameter |
| Err-2 | Tegangan rangkaian utama terlalu tinggi | Periksa tegangan input |
| Err-3 | Tegangan rangkaian utama terlalu rendah | Periksa tegangan input |
| Err-4 | Posisi melebihi batas | Sesuaikan parameter P4 |
| Err-5 | Drive terlalu panas | Perbaiki ventilasi |
| Err-13 | Servo drive overload | Kurangi beban atau siklus operasi |
| Err-20 | Error EEPROM | Reset parameter atau hubungi support |
| Err-50 | Error komunikasi encoder | Periksa kabel encoder |

Parameter Lanjutan & Optimasi

Tuning PID:

Parameter kontrol PID mempengaruhi respons dan kestabilan motor:

| Parameter | Fungsi | Pengaruh |
|-----------|-----------------------------------|--|
| PA5 | Gain proporsional loop kecepatan | Semakin tinggi, respons semakin cepat tapi bisa menyebabkan overshoot |
| PA6 | Konstanta integral loop kecepatan | Semakin rendah, kompensasi error semakin cepat |
| PA9 | Gain proporsional loop posisi | Semakin tinggi, error posisi semakin kecil tapi bisa menyebabkan osilasi |

Pengaturan Filter:

Filter membantu meredam getaran dan noise:

| Parameter | Fungsi | Rekomendasi |
|-----------|--------------------------|--|
| PA7 | Filter torsi | 100% (default) adalah titik awal yang baik |
| PA8 | Filter deteksi kecepatan | 100% (default) adalah titik awal yang baik |
| PA19 | Filter perintah posisi | Semakin tinggi, pergerakan semakin halus tapi respons lebih lambat |

Pengaturan Akselerasi/Deselerasi:

| Parameter | Fungsi | Rekomendasi |
|-----------|--|--|
| PA40 | Konstanta waktu akselerasi | 100ms (default) untuk start yang halus |
| PA41 | Konstanta waktu deselerasi | 100ms (default) untuk stop yang halus |
| PA42 | Konstanta waktu akselerasi/deselerasi tipe S | 0-1000ms, meningkatkan kehalusan |

Semoga panduan ini membantu Anda memahami dan mengimplementasikan kontrol AC Servo Drive P100S menggunakan Arduino Uno. Jika Anda memiliki pertanyaan lebih lanjut atau membutuhkan bantuan tambahan, jangan ragu untuk bertanya.