

PERANCANGAN PROTOTIPE ALAT SOLDER TIMAH DENGAN KONTROL CNC 4 AXIS

¹Sigit Widiyanto, ²Muhamad Hermawan

¹Dosen STT Duta Bangsa, ²Mahasiswa STT Duta Bangsa
Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa
Cikarang, Bekasi 17530

widiyantosigit997@gmail.com; muhamadhermawan199@gmail.com.

ABSTRAK

Perancangan ini bertujuan untuk mempermudah proses penyolderan otomatis, dengan menggunakan sistem kontrol CNC 4 sumbu.

Prinsip cara kerja mesin ini dengan 4 sumbu yaitu sumbu x dan y bergerak linier mendatar, sumbu Z bergerak berputar mendatar dan sumbu A bergerak berputar searah vertical. pengerjaan penyolderan timah otomatis pada papan sirkuit cetak (PCB), menggunakan *Solder Automatic* 60 W dengan perangkat lunak *Mach3* untuk kontrollernya dan menggunakan motor *stepper* nema 23 untuk menjalankan perputaran poros ulir bergerak maju atau mundurnya, pada *nut screw* terdapat *blok housing* untuk dipasangkan *bracket* lengan solder sehingga dapat dilakukan pengerjaan penyolderan secara otomatis. Material *lead screw* terbuat dari 304 stainless stell, *nut screw* terbuat dari brass, rel laci ukuran 300 mm berbahan dari cold rolled stell, landasan mesin terbuat dari aluminium alloy 6063-T5.

Luas area penyolderan maksimal 300 mm, suhu panas solder 480°C dengan daya 60 W, Motor stepper untuk sumbu X, Y, Z dan A digunakan tipe nema 23 yang sesuai kebutuhan dengan hasil beban inersi $J_L = 18,87 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$, torsi efektif $T_{rms} = 0,32 \text{ N.m}$, maksimal momen torsi $T_1 = 0,78 \text{ N.m}$, kecepatan putaran $n = 6000 \text{ }^\circ/\text{min}$, dan resolusi enkoder $R = 200 \text{ (Pulses/Rotations)}$.

Kata Kunci: *Solder, CNC, Mach3, Motor Stepper*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemampuan manusia dalam memproduksi terus berkembang seiring dengan maraknya penggunaan mesin dalam dunia usaha, terutama disebabkan oleh revolusi komersial dan inovasi teknologi. Mesin dapat membantu mengotomasi teknik proses produksi, menghasilkan lebih banyak output dalam jangka waktu yang sama [1]. Namun, penggunaan peralatan yang efektif sangat penting untuk pertumbuhan yang berkelanjutan. Untuk mencapai kemajuan yang berkelanjutan dalam industri yang menggunakan manipulasi dan otomasi. Otomasi telah mengalihkan tenaga kerja ke metode yang memerlukan kapasitas manusia untuk berpikir kritis. Oleh karena itu, pekerja harus bekerja dengan lebih mahir, dan tugas yang rumit dan berulang-ulang harus dilakukan oleh peralatan dan mesin [2].

Mesin solder timah dengan kontrol CNC adalah perangkat otomatis. Untuk menyelesaikan proses penyolderan dan prinsip pengoperasiannya sama dengan penggunaan fungsi gerakan robotik. Teknologi tinggi dan canggih dari robot berbasis sistem komputer dan kecerdasan buatan telah diambil alih untuk penyolderan otomatis papan sirkuit cetak (PCB). Meskipun teknik ini lebih efisien dibandingkan penyolderan tradisional, perhitungannya yang rumit menyebabkan keterbatasan fleksibilitas dan meningkatkan biaya produksi untuk manufaktur skala kecil.

Salah satu teknologi manufaktur yang paling populer saat ini adalah pengendalian numerik komputer (CNC).

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang di dapat yaitu:

1. Menentukan design mesin.
2. Menghitung dan menentukan pemilihan motor stepper.
3. Menentukan jenis – jenis material / komponen yang akan digunakan Mesin solder timah kontrol CNC.
4. Menghitung pergerakan axis gaya – gaya yang terjadi pada skup design.

1.3 Perumusan Masalah

Pembahasan ini mencakup rumusan masalah yang harus diselesaikan selama pengerjaan tugas akhir, yaitu:

1. Bagaimana bentuk dan dimensi dari mesin solder timah kontrol CNC yang telah dibuat.
2. Bagaimana sistem controller yang digunakan pada mesin solder timah kontrol CNC menggunakan perangkat lunak *Mach3*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Area benda kerja mesin direncanakan hanya dapat digerakan maksimal sepanjang 300 mm.
2. Mesin yang digunakan adalah mesin solder timah kontrol CNC untuk pengerjaan PCB dan penyolderan lainnya yang sederhana.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Permesinan Computer Numerical Control (CNC)

Mesin *Computer Numerical Control* (CNC) adalah mesin perkakas otomatis yang memiliki program numerik yang dapat diprogram melalui komputer dan kemudian disimpan pada media penyimpanan. Mesin CNC terdiri dari beberapa sumbu gerak, dengan motor yang menggerakkan setiap sumbu. Mesin CNC dapat digunakan untuk bor, pemotong, atau pemahat. Industri manufaktur yang menghasilkan produk dengan tingkat ketelitian yang tinggi sering menggunakan mesin CNC. Oleh karena itu, keakuratan dan kestabilan posisi alat kerja mesin CNC diperlukan selama proses pembentukan kontur [3]. Mesin CNC memiliki dua atau lebih arah gerakan alat yang dikenal sebagai sumbu atau axis. Sumbu dapat bergerak dalam dua cara yaitu, linear (sebagai garis lurus) atau melingkar. Sumbu linear biasanya bertuliskan X, Y, dan Z, sedangkan sumbu melingkar bertuliskan A, B, C.

2.2 Mesin Solder

Hampir setiap aspek produksi di berbagai industri membutuhkan proses penyambungan. Salah satunya adalah

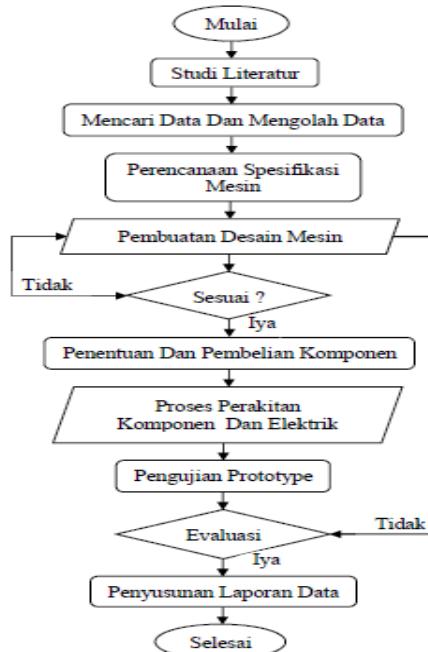
produksi yang dilakukan oleh industri hingga saat ini. Las titik adalah contoh dari berbagai jenis sambungan las yang digunakan di bidang elektronik dan otomotif. Dalam teknik pengelasan resistansi yang dikenal sebagai titik pengelasan, dua atau lebih plat logam diapit di antara dua elektroda logam dan arus kuat dialirkan melalui elektroda tembaga. Suhu di mana pelat logam di bawahnya bersentuhan dengan elektroda tembaga menjadi panas karena resistensi, sehingga mencapai suhu penyolderan, yang mengakibatkan peleburan kedua pelat[4].

2.3 Mekanik

Motor Stepper adalah jenis motor yang banyak dipakai untuk actuator, penggerak kaset piringan, dan lainnya. Motor stepper ini berbeda dengan jenis motor lainnya karena tidak memiliki komutator, oleh karena itu biasanya hanya menggunakan terdiri dari kumparan yang disebut stator dan magnet di rotornya. Motor DC memiliki kemampuan mengatur posisinya dengan tepat pada posisi tertentu dan memiliki kemampuan berputar ke arah yang diinginkan dengan mengirimkan arus listrik dalam pola tertentu tergantung spesifikasinya, motor stepper memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Setiap motor stepper memiliki kemampuan untuk berputar dalam satuan sudut tertentu, seperti $0,75^\circ$, $0,9^\circ$, dan $1,8^\circ$. Semakin kecil sudut per step, semakin presisi gerakannya. Motor stepper juga memiliki perbedaan jenis kumparan medan yaitu motor stepper bipolar dan unipolar.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur penelitian perancangan dan modifikasi prototype Mesin Solder Timah Kontrol CNC dapat dilihat dari diagram alir berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam perancangan ini, yang dapat digambarkan dalam diagram alir di atas tersebut.

1. Studi Literatur

Kegiatan mencari dan mempelajari literatur tentang masalah mesin CNC, perencanaan wiring, kontrol, dan dimensi dari mesin CNC, serta perencanaan dan

pemilihan elemen mesin, dalam proses perancangan mesin solder timah dengan kontrol CNC.

2. Mencari Data dan Mengolah Data

Sebelum memulai proses pengolahan data untuk perancangan mesin solder timah kontrol CNC, berikut beberapa hal yang harus diketahui:

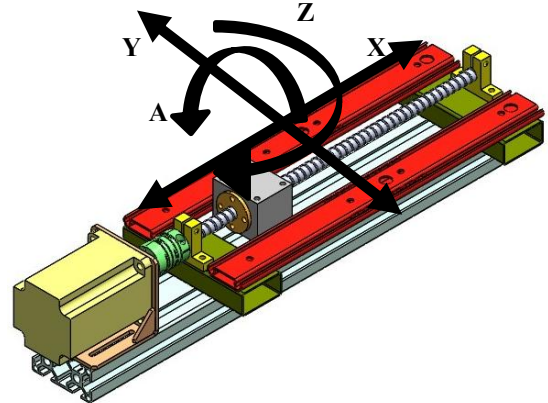
- Tentukan desain mesin prototipe.
- Tentukan jenis material atau komponen yang akan digunakan pada perancangan mesin solder timah kontrol CNC.
- Hitung gaya pergerakan motor stepper yang akan digunakan pada skrup desain.

3. Perencanaan Spesifikasi Mesin

Untuk melakukan penelitian tentang perancangan prototipe mesin solder timah kontrol CNC, ada beberapa hal yang perlu di ingat terlebih dahulu tentang perhitungan agar desain yang akan di buat sesuai dengan tujuan.

4. Pembuatan Desain Mesin.

Perancangan dari mulai menghitung, mendapatkan gambar kerja kemudian dimodelkan menggunakan *software Solidworks*. Gambar kerja mesin solder timah kontrol CNC dengan dimensi yang telah ditentukan agar dapat dilakukan manufaktur.



Gambar 3.2 Desain Prototype Perancangan Mesin Solder Timah Kontrol CNC

5. Finalisasi Desain Mesin.

Ketika model desain memenuhi persyaratan yang ada dalam merencanakan perancangan prototype mesin solder timah kontrol CNC telah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

6. Penentuan dan Pembelian Komponen

Penentuan dan pembelian suku cadang untuk mesin solder timah kontrol CNC termasuk memilih dan membeli suku cadang yang diperlukan untuk mesin solder timah kontrol CNC tersebut. Dalam proses ini, berbagai faktor harus dipertimbangkan dengan cermat untuk memastikan bahwa komponen yang di pilih memenuhi tujuan dan kebutuhan desain. Penentuan dan pembelian komponen harus dilakukan dengan mempertimbangkan tujuan dan kebutuhan perancangan.

7. Proses Perakitan Komponen Mekanik dan Elektrik

Proses perakitan mesin dilakukan dengan merakit setiap bagian dari satu komponen ke komponen lainnya dalam kerangka CNC, aluminium profile, rel sebagai sistem gerakan, lead screw dan nut brass, cover housing, motor stepper nema 23, dan panel kontrol

elektrik yang berisi unit PC, motor *stepper driver*, *breakout board Mach 3*, dan *power supply* 5V dan 12V.

8. Pengujian Prototipe

Tujuan pengujian adalah untuk mengumpulkan data yang akan dicari, seperti sinyal keluaran dari *breakout board Mach3*, dimensi, kepresisian gerakan melingkar gerak lurus, dan pengujian melakukan percobaan pengoprasian mesin. Pengujian telah melakukan pengaturan pada motor, kalibrasi gerak, dan perangkat lunak *Mach3*.

9. Penyusunan Laporan Data

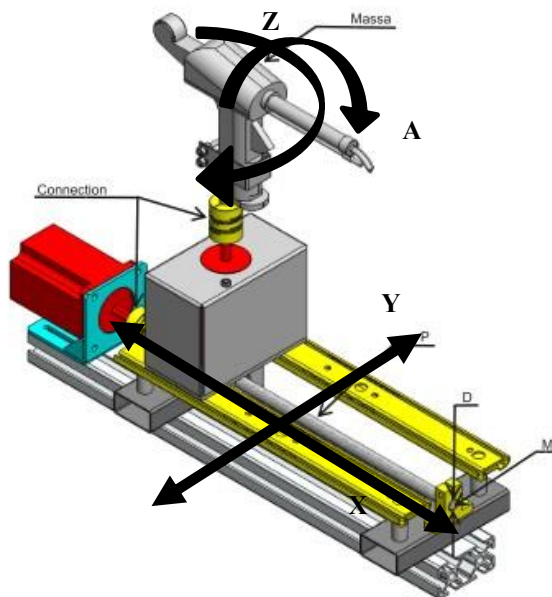
Laporan disusun setelah semua proses selesai. Permodelan benda uji dalam tiga dimensi dibuat menggunakan program komputer *software Solidwork*. Setiap komponen dimodelkan baik secara detail maupun secara menyederhanakan selama perancangan penelitian ini. Sementara model yang disederhanakan digunakan untuk simulasi analisis numerik, model detail digunakan untuk menghasilkan pembuatan gambar kerja mesin.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Mesin Motor Stepper Pada Meja Melintang (Sumbu X)

1. Menentukan Mesin Motor Stepper Yang Dibutuhkan Untuk Sumbu X

Untuk menentukan mesin motor stepper yang digunakan pada sumbu X, maka langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Menentukan Tipe Motor Stepper Untuk Sumbu X, Y

Tabel 4.1 Massa Sumbu X dan Sumbu Y

No.	Nama	Massa (Kg)
1	Solder	0.5 Kg
2	Timah	0.5 Kg
3	Sumbu Z	0.5 Kg
4	Sumbu Y	1.5 Kg
5	Sumbu X	2 Kg
Total		5 Kg

Diketahui :

• $M = 5 \text{ Kg}$

Keterangan :

- M = Massa beban

- $P = 2 \text{ mm}$ - $P = \text{Lead screw}$
- $m_B = 1,5 \text{ Kg}$ - $m_B = \text{Massa lead screw}$
- $\mu = 0,1$ - $\mu = \text{Koefisien gesek lead screw}$
- $G = 1, \eta = 1$ - $G = 1, \eta = 1 = \text{Karena tidak ada Deselerator}$

1. Massa beban $M = 5 \text{ Kg}$
2. *Lead screw pitch* $P = 2 \text{ mm}$
3. *Lead screw* diameter $D = 10 \text{ mm}$
4. Massa *lead screw* $m_B = 1,5 \text{ Kg}$
5. Koefisien gesek *lead screw* $\mu = 0,1$
6. Karena tidak ada deselerator $G = 1, \eta = 1$

2. Pola Perhitungan Operasi

Menentukan pola operasi (hubungan antara waktu dan kecepatan) setiap bagian yang harus dikontrol. Ubah pola operasi setiap elemen yang dikontrol menjadi pola pengoprasian poros motor.

- a. Perubahan satu kecepatan
- b. Kecepatan untuk perjalanan beban $Vft = 200 \text{ mm/s}$
- c. Langkah $L = 300 \text{ (mm)}$
- d. Waktu tempuh langkah $ts = 1,2 \text{ (s)}$
- e. Percepatan atau perlambatan waktu $tA = 0,2 \text{ (s)}$
- f. Akurasi posisi $AP = 0,01 \text{ (mm)}$

3. Perhitungan Dari Poros Motor Yang Dikonversikan Ke Beban Inersia

Untuk melakukan perhitungan dari poros motor yang mengkonversikan ke beban inersia, dapat dihitung dengan cara mengalikan benda inersia dengan faktor reduksi yang terkait dengan *gear ratio*.

a. Inersia *Lead Screw* J_B

$$J_B = \frac{M_B D^2}{8} \times 10^{-6}$$

$$J_B = \frac{1,5 \times 10^2}{8} \times 10^{-6} = 18,75 \times 10^{-5} \text{ kg.m}^2$$

b. Inersia Beban J_W

Perkiraan dimana penggerakan dapat mengontrol inersia beban. Perkiraanannya dibatasi oleh rentang penyesuaian penguatan dan kapasitas penyerapan energi. Satuannya adalah kg.m^2 .

$$J_W = M \left(\frac{P}{2\pi} \right)^2 \times 10^{-6} + J_B$$

$$J_W = 5 \left(\frac{2}{2 \times 3,14} \right)^2 \times 10^{-6} + (18,75 \times 10^{-5})$$

$$= 18,87 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$

c. Inersia beban dikonversikan ke poros motor J_L

$$J_L = G^2 \times (J_W + J_2) + J_1$$

$$J_L = 1^2 \times (18,87 \times 10^{-4} + 0) + 0$$

$$J_L = 18,87 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$

4. Perhitungan Beban Torsi

Menghitung gaya gesekan untuk setiap elemen yang dibutuhkan dan mengubahnya menjadi torsi gesekan untuk poros motor.

a. Torsi terhadap gesekan torsi T_W

$$T_W = \mu \cdot M \cdot g \cdot \frac{P}{2\pi} \times 10^{-3} [\text{N.m}]$$

$$T_W = 0,1 \times 5 \times 10 \times \frac{2}{2 \times 3,14} \times 10^{-3}$$

$$= 15,92 \times 10^{-3} \text{ N.m}$$

b. Konversi poros motor Beban torsi T_L

$$T_L = \frac{G}{\eta} \times T_W$$

$$T_L = \frac{1}{1} \times 15,92 \times 10^{-3} \text{ N.m}$$

5. Perhitungan Kecepatan Putaran Rotasi n

Kecepatan rotasi maksimum < torsi sesaat maksimum motor, torsi kecepatan atau perlambatan dari inersia beban atau pola operasi.

$$n = \frac{60 \times V_{ft}}{P \times G}$$

$$n = \frac{60 \times 200}{2 \times 1} = 6000 \text{ } ^\circ/\text{min}$$

6. Pemilihan Motor Sementara

Dalam pemilihan motor sementara berdasarkan pada beban inersia yang diubah poros motor, torsi gesekan, torsi eksternal dan rpm motor.

- a. Rotor / inersia dari motor stepper yang dipilih lebih dari 1/30 beban

$$J_M \geq \frac{J_L}{30}$$

$$J_M \geq \frac{18,87 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2}{30}$$

$$J_M \geq 6,29 \times 10^{-5} \text{ kg.m}^2$$

Pemilihan motor *stepper* sementara yaitu motor *stepper* Nema 23 tipe 23HS5628 – 2,8 A ($J_M = 1,25 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$)

- b. 80% dari tingkatan torsi motor *stepper* yang dipilih lebih dari torsi beban dari nilai konversi poros motor *stepper*

Torsi terukur dari model Nema 23 tipe 23HS5628 yaitu:

$$T_M = 126 \text{ N.cm} = 0,126 \text{ N.m}$$

$$T_M = 0,126 \times 0,8 > T_L = 15,92 \times 10^{-3} \text{ N.m}$$

$$T_M = 0,1008 > T_L = 15,92 \times 10^{-3} \text{ N.m}$$

7. Perhitungan Percepatan Torsi Akselerasi Atau Deselerasi T_A

Menghitung torsi yang diperlukan untuk setiap bagian pola operasi dari torsi gesekan, torsi eksternal dan torsi akselerasi atau deselerasi.

$$T_A = \frac{2 \times \pi \times n}{60 \times t_A} \left(J_M + \frac{J_L}{n} \right)$$

$$T_A = \frac{2 \times 3,14 \times 6000}{60 \times 0,2} \left(1,25 \times 10^{-3} + \frac{18,87 \times 10^{-4}}{1} \right)$$

$$T_A = 3140 (2,012 \times 10^{-3})$$

$$T_A = 63,176 \times 10^{-1} \text{ N.m} = 0,63 \text{ N.m}$$

8. Perhitungan Di Torsi Momen Maksimal dan Torsi Efektif

Perhitungan torsi yang diperlukan untuk setiap bagian pola pengoperasian dari torsi gesekan, torsi eksternal, dan torsi akselerasi atau deselerasi. Pastikan bahwa nilai maksimum untuk torsi untuk setiap bagian pengoperasian (torsi sesaat maksimum) lebih kecil dari torsi sesaat maksimum motor. Hitung torsi efektif dari torsi untuk setiap bagian pengoperasian dan pastikan bahwa torsi tersebut lebih kecil dan torsi terukur untuk motor.

1. Torsi sesaat maksimum yang dibutuhkan adalah:

$$\bullet T_1 = T_A + T_L$$

$$T_1 = 0,63 + 0,15$$

$$T_1 = 0,78 \text{ N.m}$$

$$\bullet T_2 = T_L = 0,15 \text{ N.m}$$

$$\bullet T_3 = T_L - T_A$$

$$T_3 = 0,15 - 0,63$$

$$T_3 = -0,48 \text{ N.m}$$

2. Torsi efektif T_{rms} adalah:

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + T_3^2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$$

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{(0,78)^2 \times 0,2 + (0,15)^2 \times 1,2 + (0,48)^2 \times 0,2}{0,2 + 1,2 + 0,2 + 0,2}}$$

$$T_{rms} = \sqrt{0,1082} = 0,32 \text{ N.m} [5]$$

9. Hasil Pengujian

Periksa apakah perhitungan memenuhi spesifikasi motor yang dipilih sementara. Jika tidak, maka ubah motor yang dipilih dan hitung ulang.

1. Beban Inersia

$$[\text{Inersia Beban } J_L = 18,87 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2] \leq [\text{Inersia Motor } J_M = 1,25 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2] \times [\text{Inersia Terapan} = 30]$$

Kondisi Terpenuhi

2. Torsi Efektif

$$[\text{Torsi Efektif } T_{rms} = 0,32 \text{ N.m}] <$$

$$[\text{Torsi terukur motor stepper } 126 \text{ [N.cm]} \times 0,8]$$

Kondisi Terpenuhi

3. Maksimal Momen Torsi

$$[\text{Max torsi momen } T_1 = 0,78 \text{ N.m}] <$$

$$[\text{Motor stepper max torsi momen } 1,94 \text{ N.cm} \times 0,8]$$

Kondisi Terpenuhi

4. Maksimal Kecepatan Putaran

$$[\text{Max rotasi diperlakukan } n = 6000 \text{ } ^\circ/\text{min}]$$

$$[\text{Kecepatan rotasi motor stepper } 1800 \text{ } ^\circ/\text{min}] \text{ Kondisi Terpenuhi}$$

5. Resolusi Encoder

Resolusi encoder ketika faktor perkalian positioner diatur ke:

$$R = \frac{P \cdot G}{A_p \cdot S}$$

$$R = \frac{2 \times 1}{0,01 \times 1} = 200 [\text{Pulses/Rotations}] \text{ Kondisi Terpenuhi}$$

Menentukan Perancangan Ulir Penggerak Sumbu X dan Y

1. Koefisien Gesek Ulir Sumbu X dan Y

Dalam perancangan mesin solder timah dengan kontrol CNC ini, bantalan dipasang secara sejajar dan rata antara ulir dan poros motor, sehingga mampu menggeser beban hingga 5 kg. Untuk *lead screw* yang digunakan, memiliki ukuran *pitch* 2 mm dan diameter ulir 10 mm. Dalam perancangan ini, ulir dipasang dengan mur (*nut*) sebagai penyangga yang memungkinkan beban bergerak ke kiri dan kanan. Koefisien gesek yang diterapkan pada ulir adalah 0,1. Maka persamaan yang digunakan untuk menghitung torsi gaya dorong ulir sebagai berikut:

$$T = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right)$$

Dimana:

$$T = \text{Torsi pada ulir (Nm)}$$

$$D_m = \text{Diameter } pitch \text{ ulir (m)}$$

$$F = \text{Gaya dorong (N)}$$

$$f = \text{Koefisien gesek permukaan ulir}$$

$$l = \text{Pitch ulir (m)}$$

Dari persamaan tersebut, dapat dihitung torsi yang bekerja pada poros ulir.

Diketahui:

Massa beban = 5 kg = (5 x 9,8) = 49 N
 Diameter pitch (d_m) = 10 mm
 Pitch lead screw (l) = 2 mm
 Koefisien gesek ulir (f) = 0,1

Maka torsi yang diperlukan untuk menggeser beban pada ulir adalah sebesar:

$$T = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right)$$

$$T = \frac{(49)(0,010)}{2} \left(\frac{(0,002) + (3,14)(0,1)(0,010)}{(3,14 \times 0,010) - (0,1 \times 0,002)} \right)$$

$$T = 0,245(0,164)$$

$$T = 0,040 \text{ Nm}$$

Dengan demikian, torsi yang bekerja pada ulir adalah sebesar 0,040 Nm. Agar beban pada ulir dapat bergeser, torsi yang diperlukan dari motor harus lebih besar dari pada torsi yang bekerja pada ulir tersebut.

2. Tegangan Geser Pada Ulir

Ukuran ulir untuk menggerakkan beban mesin solder timah kontrol CNC dari motor geser kanan dan kiri, dengan menggunakan ulir diameter 10 mm x pitch 2 mm, maka tegangan geser di ulir dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{F_T + W}{A_b}$$

$$\sigma_b = \frac{F_T + F_r + (m \cdot a)}{\frac{\pi}{4} \times d^2}$$

$$\sigma_b = \frac{2100 + 130 + (3 \cdot 10)}{\frac{3,14}{4} \times 8,2^2}$$

$$\sigma_b = \frac{2233,1}{52,783}$$

$$\sigma_b = 42,30 \text{ N/mm}^2$$

$$= 42,30 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

3. Umur Pakai Lead Screw Pada Sumbu X dan Y

Untuk mengetahui umur pemakain *lead screw*, perlu mengetahui gaya yang terjadi pada meja mesin solder timah kontrol CNC, yaitu:

$$\Sigma F_T = W_B + F_t + F_r$$

$$\Sigma F_T = (m_T \times g) + F_t + F_r$$

$$\Sigma F_T = (5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2) + 21,0 \text{ N} + 0,13 \text{ N}$$

$$\Sigma F_T = 71,13 \text{ N}$$

Maka umur pakai *lead screw* dapat dihitung dengan rumus dibawah ini dimana nilai $C = 1260 \text{ kgf} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1260 \text{ N}$

$$L = \left(\frac{C}{F_t} \right)^3 \times 10^6$$

$$L = \left(\frac{12600}{71,13} \right)^3 \times 10^6$$

$$L = 5558443675597$$

$$L = \frac{\left(\frac{C}{F_t} \right)^3 \times 10^6}{60 \cdot n}$$

$$L = \frac{\left(\frac{12600}{71,13} \right)^3 \times 10^6}{60 \times 6000}$$

$$L = 4920567 \text{ jam}$$

Menentukan Gerak Rotary Pada Sumbu Z dan A

Dalam merancang gerak rotary pada sumbu Z, dimana pada pergerakan ini tidak memerlukan perlengkapan mekanik dikarenakan beban yang ringan (< 1 kg) sehingga cukup menggunakan rumus dasar sebagai berikut :

$$T = F \cdot r$$

Dimana :

$$F = m \times g = 1 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s} = 98 \text{ N}$$

$$R = 4 \text{ mm (dengan ukuran diameter poros motor 8 mm)}$$

Sehingga Torsi pada poros di dapat

$$T = F \cdot r$$

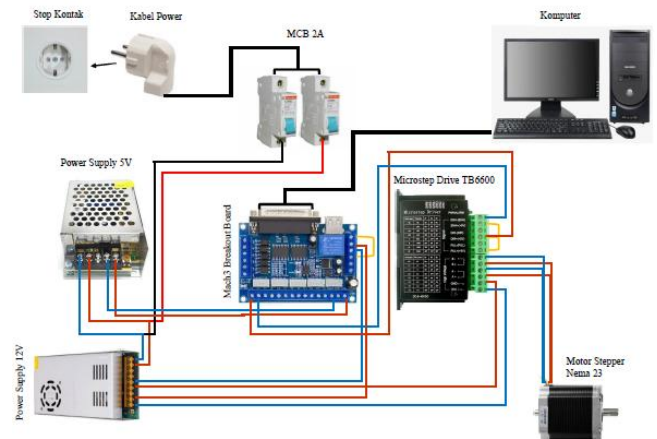
$$T = 98 \times 0,004$$

$$T = 0,392 \text{ Nm}$$

Dikarenakan hasil perhitungan mendekati dengan perhitungan pada sumbu X, maka dalam perancangan ini motor stepper sumbu Z dan A akan disamakan dengan sumbu X atau sumbu Y.

Perancangan Wiring Elektrik

Instalasi *wiring* elektrik adalah proses pemasangan dan pengaturan rangkaian kabel dalam menghubungkan suatu jaringan program komputer ke berbagai komponen mesin CNC, seperti motor *step*, *kontroller*, *power supply*, untuk memastikan fungsi dan kontrol yang tepat selama operasi dan agar rangkaian kabel terlihat rapih dan aman dalam jangka panjang. Berikut ini gambar lengkap dari rangkaian Diagram Wiring Elektrik pada Mesin Solder Timah Kontrol CNC:



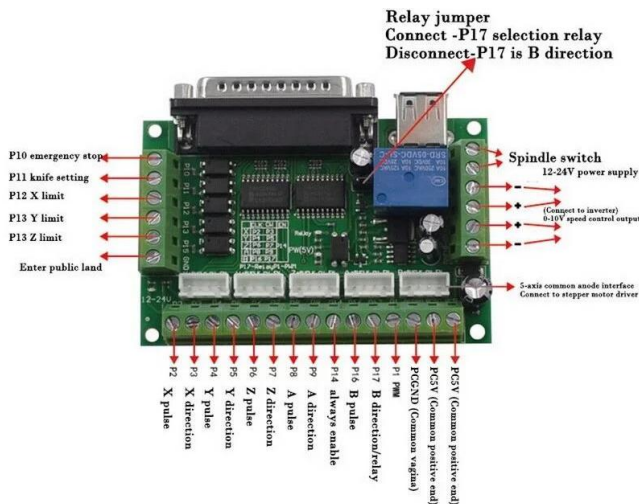
Gambar 4.2 Total Skema Wiring Diagram Mesin Solder Timah Kontrol CNC

Tabel 4.2 Bahan Peralatan Elektrik Untuk Perancangan Mesin Solder Timah Kontrol CNC

No.	Nama Part Komponen	Tipe	Jumlah
1.	Motor Stepper Nema 23	23HS5628	1
2.	BreakOut Board	BOB DB25	1
3.	Driver Motor Stepper	TB6600	1
4.	Power Supply	30 Amper 12 Volt	1
5.	Power Supply Kecil	5 Amper 5 Volt	1
6.	MCB	2 A	1
7.	Kabel	Kabel Terisolasi	5 Meter
8.	Box Panel Grounding	Box Plat	1

Konfigurasi Breakoutboard (BOB) Diperangkat Lunak Mach3

Sebelum mengoperasikan mesin CNC menggunakan perangkat lunak *Mach3* PC base, penting untuk memeriksa pengaturan komunikasi antara PC dan *board* yang digunakan. Selain itu, diperlukan kalibrasi terlebih dahulu untuk memastikan bahwa jarak yang ada dalam program sesuai dengan jarak sebenarnya. Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan pengaturan di *Mach3*.



Gambar 4.3 Tampilan Fungsi Pin *Input* dan *Output* Breakoutboard (BOB)

V. PENUTUP

Dalam perancangan ini terdapat kesimpulan yang dapat diambil:

1. Perancangan prototype alat Solder CNC dapat melakukan proses pengerjaan penyolderan papan sirkuit cetak (PCB), dengan ukuran area kerja 300 mm × 300 mm.
2. Sistem kontrol kendali menggunakan perangkat lunak *Mach3* untuk respon cepat dan konfigurasi mudah, karena memiliki fitur Auto Tuning untuk penyesuaian otomatis di setiap sumbu untuk menentukan jarak yang tepat. Memilih menggunakan perangkat lunak *Mach3* tidak mahal dan mudah digunakannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. B. Santiago, E. L. de Oliveira Almeida, and J. O. Dias, "Automatic welding process: A study case of soldering machine," *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, pp. 195–205, 2019.
- [2] R. R. N. Puno *et al.*, "DESIGN AND DEVELOPMENT OF AUTOMATED SOLDERING ROBOT MACHINE," vol. 6, no. 1, pp. 41–47, 2023.
- [3] Wibowo A.W., "Rancang bangun woodworking cnc machine (wcm) 3 axis (x,y, dan z) menggunakan motor stepper mach3 pc base," p. 130, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/47406/>
- [4] A. Hidayat and A. Sakti, "Rancang bangun mesin spot welding and soldering iron semi portable," *J. rekayasa mesin*, vol. Vol 7 No 0, p. 9, 2022.
- [5] OMRON Corporation, "Technical Explanation for Servo Motors and Servo Drives," p. 19, 2016.
- [6] "Catalog Erska soldering irons, soldering and desoldering stations, solder fume extractions, hybrid rework equipment and accessories", [Online]. Available: https://www.kurtzersa.com/fileadmin/medien/members_final/Electronics/9_Medien/9.5_Kataloge/9.5.1_Tools/Ersa_Werkzeugkatalog_eng_web.pdf
- [7] G. Gou, N. Huang, H. Chen, H. Liu, A. Tian, and Z. Guo, "Research on corrosion behavior of A6N01S-T5 aluminum alloy welded joint for high-speed

- trains,” *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 26, no. 5, pp. 1471–1476, 2012, doi: 10.1007/s12206-012-0342-6.
- [8] HiWin, “Ballscrews: Technical Infromation,” p. 26, 2015.
- [9] H. Wahid, H. Hashmi, M. U. Baig, N. A. Raza, M. F. Sheikh, and M. Y. Bhutto, “Development of CNC-Based Automated Soldering Machine †,” *Eng. Proc.*, vol. 20, no. 1, pp. 2–6, 2022, doi: 10.3390/engproc2022020017.