

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Iskandar,. dkk (2022), menulis jurnal dengan judul Pengaruh Penyimpangan Gerak Terhadap Sumbu Axis XYZ Pada Mesin CNC Router 3018, bahwa penyimpangan terhadap gerak sumbu xyz berpengaruh pada hasil permesinan, dan dapat dibuktikan pada pembahasan dengan  $F(\text{hitung}) 58407,917 > F(\text{tabel}) 3,47$ . Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat kondisi penyimpangan tertinggi pada setiap sumbu gerak, yaitu: sumbu x: 34,76 » 35,61 (penyimpangan 0,6%), sumbu y: 34,95 » 35,35 (penyimpangan 0,4%), sumbu z: 4,90 » 5,01 (penyimpangan 0,77%). Jadi, CNC Router 3018 dapat bekerja dengan baik untuk pengerjaan dengan tingkat presisi yang tidak terlalu tinggi seperti grafir, dan ukiran. Namun tidak cocok untuk pengerjaan dengan tingkat presisi yang tinggi.

Bisono, F., dkk (2017), Menulis jurnal dengan judul Proses Kalibrasi sumbu x,y,dan z pada mesin CNC Router Kayu 3 Axis Menggunakan Alat Bantu Dial Indicator dan Block Gauge, dari analisa hasil perhitungan didapatkan nilai penyimpangan kelurusan yaitu: Proses kalibrasi yang pertama sumbu X dilakukan dengan cara menggeser dial indicator diatas permukaan block gauge ditata sejajar dengan koordinat sumbu X sebesar 0,034 mm, sumbu Y sebesar 0,020 mm, dan sumbu Z dilakukan dengan cara menggeser dial indicator pada body spindle sehingga diketahui hasil yaitu sebesar 0,02 mm, maka pengujian pertama mesin CNC Router kayu belum layak dioperasikan. Dan pada percobaan kedua sumbu X dilakukan dengan cara menggeser dial indicator diatas permukaan block gauge ditata sejajar dengan koordinat sumbu X sebesar 0,01 mm, sumbu Y sebesar 0,01 mm, dan sumbu Z dilakukan dengan cara menggeser dial indicator pada body spindle sehingga diketahui hasil yaitu sebesar 0,02 mm, maka pengujian kedua mesin CNC Router dinyatakan layak dioperasikan karena sudah memenuhi syarat toleransi sebesar 0,02 mm.

Yulius, E., (2015), menulis jurnal dengan judul Peningkatan Keakurasian Gerakan Pada Prototyp Mesin CNC Miling 3 Axis, menyatakan bahwa untuk memenuhi kebutuhan mesin perkakas CNC bagi workshop industri kecil atau sebagai media pembelajaran pada institut pendidikan, maka dikembangkan prototyp mesin CNC miling 3 axis yang berukuran kecil dengan menggunakan sistem kontrol terbuka (*open loop control system*). Sistem kontrol seperti ini mudah dipengaruhi oleh gangguan dari luar dan ketelitian gerakan (kesalahan jarak / pengaturan posisi) juga berpengaruh. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode kompensasi perintah terhadap *motor stepper* sebagai penggerak, untuk meningkatkan ketelitian gerakan mesin. Ketidaktelitian gerakan mesin CNC disebabkan oleh kombinasi beberapa sumber kesalahan (*error*) yang dimensinya hanya dapat diketahui setelah proses pemesinan dilakukan. Dari penelitian di atas memiliki persamaan dengan penelitian yang penulis lakukan yaitu sama sama untuk mengetahui hasil ketepatan gerak sumbu xyz mesin cnc. Sedangkan perbedaannya yaitu mengenai fungsi dan gabungan dengan mesin *spot welding dan laser cutting* dalam pengerjaannya. Penelitian yang penulis lakukan adalah menganalisa pengaruh penyimpangan gerak terhadap sumbu axis xyz pada mesin CNC *spot welding battery dan cutting laser engraver*.

## **2.2 Dasar Teori**

Pada bagian ini akan dijelaskan landasan teori yang terdiri dari kajian induktif dan deduktif. Kajian induktif merupakan kajian yang bersumber dari *paper*, artikel dan sejenisnya tentang penjelasan dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, dengan topik atau tema yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Bertujuan untuk sebuah acuan dalam pengembangan dan perbaikan dari sebuah produk yang sudah dibuat sebelumnya. Sedangkan kajian deduktif merupakan kajian yang berisi tentang dasar keilmuan dari buku atau artikel lainnya yang menjadi landasan teori terkait dengan ilmu dalam penelitian yang akan dilakukan.

### **2.2.1 Mesin CNC**

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) bermula

dari tahun 1952 yang dikembangkan oleh John Pearson dari Institut Teknologi *Massachusetts*, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut diperuntukkan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Semula perangkat mesin CNC memerlukan biaya yang tinggi dan volume unit pengendali yang besar. Pada tahun 1973, mesin CNC masih sangat mahal sehingga masih sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam memelopori investasi dalam teknologi ini. Dari tahun 1975, produksi mesin CNC mulai berkembang pesat. Perkembangan ini dipacu oleh perkembangan mikroprosesor, sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas (Labinovasi, 2013).

### **2.2.2 Klasifikasi**

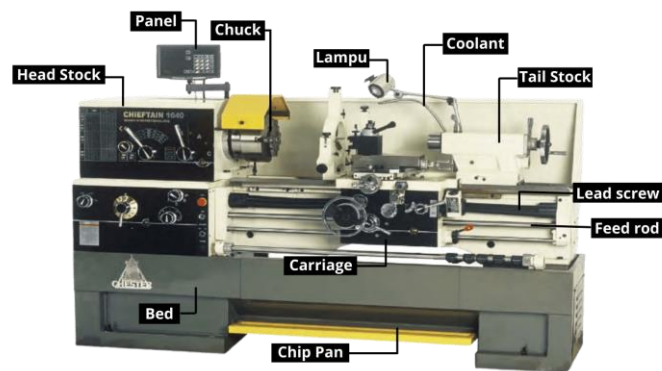
Di industri menengah dan besar, akan banyak dijumpai penggunaan mesin CNC dalam mendukung proses produksi. Menurut klasifikasi mesin CNC berdasarkan fungsinya yaitu:

#### **a. Mesin CNC Turning**

Mesin CNC turning merupakan pengembangan dari mesin perkakas yang disebut dengan mesin bubut, yang dikontrol dengan komputer secara otomatis dengan kode numerik tertentu. Kode numerik adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan kontrol gerakan mesin dan berbagai fungsi lainnya berupa program otomasi dimana tindakan mekanik dari suatu alat-alat pemesinan atau peralatan lain dikendalikan oleh suatu program yang berisi data kode angka. Pada mesin turning benda kerja dipegang oleh pencekam yang dipasang diujung poros utama yang disebut spindel. Dengan lengan pengatur yang terdapat pada kepala tetap, nilai putaran spindel dapat dipilih. Nilai putaran spindel umumnya dibuat bertingkat, dengan aturan yang telah distandarkan, Kecepatan putaran spindel saat ini tidak lagi bertingkat melainkan berkesinambungan.

Pahat dipasangkan padaudukan pahat dan kedalaman potong diatur dengan menggeserkan peluncur silang melalui roda pemutar dan gerak makannya diatur dengan lengan pengatur pada rumah roda gigi. Gerak makan yang tersedia pada mesin turning bermacam-macam dan menurut tingkatan yang telah distandarkan.

Mesin turning merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja, kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relative dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*). Memutar dengan pergerakan 2 axis tersebut dapat menghasilkan suatu ilmu ukur silindris lurus untuk menciptakan suatu profil. Bentuk mesin turning dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Mesin turning (Heriyadi, 2011)

Perbedaan mesin turning dengan Mesin CNC turning adalah meliputi mesin dengan operasi tujuan tunggal, yang memberikan informasi kuantitatif seperti pengerjaan dengan mesin operasi yang disajikan oleh suatu komputer kendali dengan program database berupa kode data. Kode data tersebut diubah untuk satu rangkaian perintah yang menyimpan instruksi secara langsung untuk mengendalikan alat-alat perkakas dari mesin CNC. Mesin CNC Turning seperti terlihat pada Gambar 2.2 di bawah ini.



**Gambar 2.2** cnc turning (Heriyadi, 2011)

#### b. Mesin CNC Milling

Mesin CNC milling bisa bergerak dalam 3 sumbu yaitu sumbu X sumbu Y dan sumbu Z. Mejanya dilengkapi dengan motor penggerak, ballscrew plus bearing dan guide way slider sebagai akurasi pergerakannya. Untuk pelumasannya, beberapa mesin menggunakan minyak oli dengan jenis dan merk tertentu, dan beberapa mesin menggunakan grease. Pelumasan ini sangat penting untuk menjaga kehalusan pergerakan meja, dan menghindari kerusakan ballscrew, bearing atau guide way slider. Oleh karena itu, pemberian pelumas setiap hari wajib dilakukan kecuali mesin tidak digunakan. Meja ini bisa digerakkan secara manual dengan menggunakan handle eretan.

Mesin CNC Milling pergerakan mejanya dalam sumbu X dan Y serta spindel atau rumah cutter dikendalikan oleh suatu program. Program tersebut berisi langkah-langkah perintah yang harus dijalankan oleh mesin CNC. Program tersebut bisa dibuat langsung pada mesin CNC berupa huruf per huruf atau angka per angka, yang hasil programnya disebut dengan program NC, atau dibuat menggunakan PC plus software khusus untuk membuat program NC. Program seperti ini disebut dengan CAM. Kelemahan pembuatan program NC dengan cara manual pada mesin CNC adalah waktu yang dibutuhkan sangat lama, akurasi tidak terjamin, mesin tidak bisa digunakan pada saat pembuatan program NC berlangsung, dan banyak lagi. Mesin CNC milling seperti terlihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



**Gambar 2.3** CNC Milling (Heriyadi, 2011)

c. Mesin CNC Press

Mesin CNC press merupakan salah satu dari mesin CNC yang berfungsi untuk menggabungkan antara dua buah material plat dengan cara dikompresi. Dalam pengoperasian gerak mekaniknya sudah dikontrol secara otomatis dengan menggunakan komputer. Mesin CNC press seperti terlihat pada Gambar 2.4 di bawah ini.



**Gambar 2.4** CNC Press (Heriyadi, 2011)

d. Mesin CNC Plasma Cutting

Mesin CNC plasma cutting merupakan salah satu mesin CNC yang berfungsi untuk memotong plat baja atau jenis logam lainnya dengan menggunakan gas plasma yang disebarkan melalui busur plasma berbentuk nozzle dengan panas berkisar  $25.000^{\circ}\text{C}$  bertekanan tinggi dan dikontrol secara otomatis dengan menggunakan komputer. Mesin CNC ini dapat memotong benda kerja hingga tebal 147 mm. Keunggulannya dapat memotong plat yang tebal

sedangkan kekurangannya hasil pemotongan tidak halus. Mesin CNC plasma cutting seperti terlihat pada gambar 2.5 di bawah ini.



**Gambar 2.5** CNC Plasma Cutting (Heriyadi, 2011)

#### **2.2.4 Arduino**

Arduino adalah papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. *Mikrokontroler* itu sendiri adalah chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer.

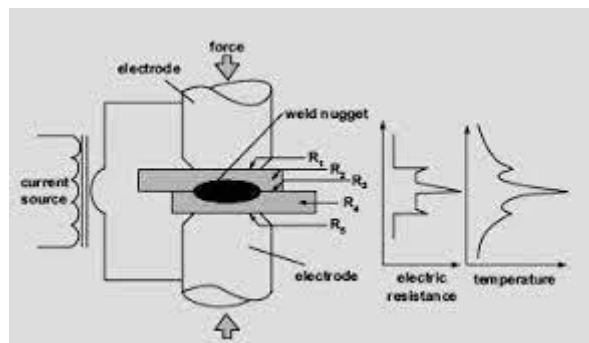
Tujuan menanamkan program pada *mikrokontroler* adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikro kontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses input dan output sebuah rangkaian elektronik (Rezeki, 2019). Contoh arduino uno pada gambar 2.6 dibawah ini.



**Gambar 2.6** Arduino uno (Rezeki, 2019)

### 2.2.5 Spot Welding

*Spot Welding* (Las Titik) termasuk dalam kelompok pengelasan resistansi proses di mana panas dihasilkan oleh aliran arus listrik melalui badan benda. untuk digabungkan. Pengelasan titik adalah proses pengelasan resistansi yang paling banyak digunakan dalam aplikasi dunia robotik dan diperlakukan di sini dengan beberapa detail (Pires, J.N., dkk, 2006). Pada proses ini arus yang cukup kuat dialirkan melalui elektroda yang terbuat dari tembaga sehingga menimbulkan panas di daerah logam yang dijepit. Akibatnya logam akan meleleh dan tersambung. Pada mesin las terdapat *transformator* yang fungsinya merubah tegangan arus bolak balik, arus yang besar inilah yang dipakai untuk mengelas sehingga menghasilkan panas yang tinggi dan cukup mencairkan logam. Selain arus, faktor waktu juga dapat mempengaruhi hasil pengelasan dimana semakin lama waktu pengelasan maka semakin tinggi pula panas yang dihasilkan. Proses *spot welding* ditunjukkan pada gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Spot Welding (Pires, J.N., dkk, 2006)

### 2.2.6 Driver TB6600

Driver TB6600 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 dari motor. *stepper* dengan teknik *microstepping* yang digunakan untuk men-*drive* motor *stepper* sebagai penggerak utama koordinat x-y-z.

TB6600 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 2.5 menunjukkan tampak atas modul TB6600.



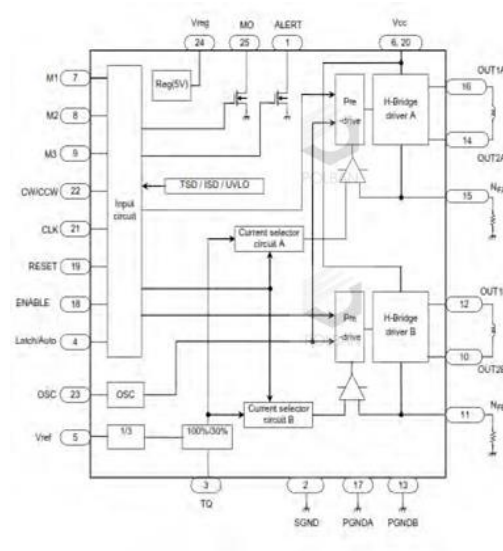
**Gambar 2.8** Tampak atas modul TB6600

(Sumber: <http://qqtrading.com.my/stepper-motor-driver-single-axis-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 dihasilkan dapat menggerakkan motor *stepper* dengan baik.

Pengendali motor *stepper* adalah suatu rangkaian yang digunakan untuk komunikasi antara komputer dengan motor *stepper*. Dapat mengendalikan kecepatan dan arah putaran dari motor *stepper*. Rangkaian pengendali motor *stepper* menerima sinyal *output* dari komputer, kemudian sinyal tersebut diperkuat hingga *output* sinyal dapat menggerakkan motor *stepper*. Pada gambar 2.9 menunjukkan prinsip kerja dari rangkaian pengendali motor *stepper*.

Pengendali motor *stepper* berfungsi untuk menerima sinyal *input* dari *parallel port* berupa pulsa (CLK) dan arah pergerakan *forward/reverse* (CW/CCW) untuk mengatur pergerakan motor *stepper* sesuai yang diinginkan. *Vcc input* dari *power supply*, pada H-Bridge A *outputnya* yaitu out 1A dan out 2A, sedangkan H-Bridge B *outputnya* yaitu out 1B dan out 2B. output dari kedua H- Bridge ini terhubung ke motor *stepper*. (Out 1A terhubung dengan A+, Out 2A terhubung dengan A-, Out 1B terhubung dengan B+, Out 2B terhubung dengan B-).



**Gambar 2.9** Rangkaian internal TB6600

(Sumber: <http://qqtrading.com.my/stepper-motor-driver-single-axis-tb6600/>)

### 2.2.7 Power Supply

Pengertian Power Supply adalah sebagai alat atau perangkat keras yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lainnya. Range tegangan yang dimilikinya bisa berupa tegangan AC (misal : 120/240 Vac) maupun tegangan DC (misal : 24 V DC). Disini Power Supply digunakan sebagai penyedia daya untuk driver motor *stepper*, *cooling fan*, dan *tower lamp*.

### 2.2.8 Motor Stepper

Motor *stepper* (motor *stepper bipolar* dan motor *stepper unipolar*) merupakan motor DC yang dapat diatur posisinya dengan akurat pada posisi tertentu dan dapat berputar ke arah yang diinginkan dengan memberi pulsa-pulsa listrik dengan pola tertentu. Motor *stepper* adalah motor DC yang gerakannya bertahap (*stepper step*) dan memiliki akurasi yang tinggi tergantung pada spesifikasinya. Setiap motor *stepper* mampu berputar untuk setiap *step*-nya dalam satuan sudut ( $0.75^\circ$ ,  $0.9^\circ$ ,  $1.8^\circ$ ), makin kecil sudut per *step*-nya maka gerakan per *step*-nya motor *stepper* tersebut makin presisi.

### 2.2.9 Laser Dioda

Kata laser merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yang bisa diartikan sebagai mekanisme dari suatu alat yang memancarkan *radiasi elektromagnetik* melalui proses pancaran terstimulasi. Pengertian Laser Diode adalah komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan *radiasi koheren* yang dapat dilihat oleh mata ataupun dalam bentuk spektrum infra merah. Yang dimaksud dengan *Radiasi Koheren* adalah radiasi dimana semua gelombang berasal dari satu sumber yang sama dan berada pada frekuensi dan fasa yang sama. *Radiasi elektromagnetik* tersebut ada yang dapat dilihat oleh mata normal, ada juga yang tidak dapat dilihat. Laser diode hanyalah salah satu jenis perangkat atau teknologi yang dapat menghasilkan sinar laser. Jenis lainnya yang dapat menghasilkan sinar laser diantaranya adalah *Solid state laser*, *Laser Gas*, *Laser Excimer* dan *Dye Laser*. Pada dasarnya, laser diode hampir sama dengan lampu LED yaitu dapat mengkonversi energi listrik menjadi energi cahaya, namun laser diode dapat menghasilkan sinar cahaya atau beam dengan Intensitas yang lebih tinggi. Berdasarkan cara kerjanya, laser diode dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Injection Laser Diode (ILD)* dan *Optically Pumped Semiconductor Laser*. *Optically Pumped Semiconductor Laser* atau disingkat dengan OPSL ini menggunakan chip semikonduktor sebagai dasarnya, chip semikonduktor ini bekerja sebagai media penguat optik. Dioda laser yang terdapat didalamnya berfungsi sebagai sumber pompa. Terdapat beberapa Keuntungan dari diode laser jenis *Optically Pumped Semiconductor Laser* ini, terutama dalam pemilihan panjang gelombang (*wavelength*) dan mengurangi gangguan dari struktur elektroda internal.



**Gambar 2.10** Laser diode (Suharto ,.dkk, 2020)