

Modifikasi sistem mekanik mesin CNC *router* menjadi sistem mekanik mesin 3D *scanner*

Modification of CNC router machine mechanical system into 3D scanner machine mechanical system

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Reza Wahyu Maulana

NPM: 203030111



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Reza Wahyu maulana

Nomor Pokok Mahasiswa : 203030111

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu,
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 28 April 2025

Penulis,



Reza Wahyu Maulana

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Reza Wahyu Maulana

NPM : 203030111

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Modifikasi sistem mekanik mesin CNC *router* menjadi sistem mekanik mesin 3D *scanner*

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 28 April 2025

Yang menyatakan,



Reza Wahyu Maulana

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Modifikasi sistem mekanik mesin CNC *router* menjadi sistem mekanik mesin 3D *scanner*



Nama : Reza Wahyu Maulana
NPM : 203030111

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Sugiharto, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Modifikasi sistem mekanik mesin CNC *router* menjadi sistem mekanik mesin 3D *scanner*



Nama : Reza Wahyu Maulana
NPM : 203030111

Tanggal sidang skripsi: 28 April 2025

Ketua : Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

Sekretaris : Dr. Ir. Sugiharto, M.T.

Anggota : Prof. Dr. Ing. Ir. Priyono Soetikno, DEA.

Anggota : Ir. Agus Sentana, M. T.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada yang mahakuasa, Allah SWT sebagai pencipta atas segala kehidupan yang senantiasa memberikan rahmat kepada hamba-Nya. Dengan penuh syukur, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Modifikasi sistem mekanik mesin CNC router menjadi sistem mekanik mesin 3D scanner”** Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua orang yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama proses penulisan skripsi ini. Ucapan terimakasih yang mendalam disampaikan kepada:

1. Kedua orang tua, yaitu Bapak Tatang Sudrajat dan Ibu Tini Sumartini serta kedua kakak, yaitu Ririn Karina Dewi, dan Faizal Setia Permana. Terimakasih atas kasih sayang dan dukungan serta doanya hingga penulis bisa menyelesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung.
3. Bapak Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T. selaku dosen pembimbing utama.
4. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T. selaku dosen pembimbing pendamping.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama penyelesaian studi.
6. Teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2020, terima kasih atas kerja sama dan bantuannya.

Penulisan laporan skripsi ini tentu masih banyak kekurangan. Maka dari itu, penulis berharap kritik dan saran membangun untuk membantu menyempurnakan laporan skripsi ini.

Bandung, 28 April 2025

Penulis,



Reza Wahyu Maulana

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	I
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	II
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL	XI
ABSTRAK	XII
ABSTRACT.....	XIII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang.....	1
2. Rumusan masalah	2
3. Tujuan	2
4. Manfaat	2
5. Lingkup masalah	2
6. Sistematika penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR	4
1. Kajian pustaka.....	4
A. Rachmat Jaelani (2018)	4
B. Penelitian Ahmad Fauzan (2020).....	4
C. Penelitian Muhammad Ridho S, dan Eddy Kurniawan (2022).....	5
2. 3D Scanner.....	6
3. Mesin <i>computer numerical control</i> (CNC)	6
4. Kajian mesin yang sudah ada	7
A. Einscan-SE.....	7

B. Sol pro 3D Scanner.....	7
5. Komponen sistem mekanik 3D Scanner	8
6. <i>Software</i> untuk pemodelan atau perancangan	13
7. Ulir daya.....	14
BAB III METODOLOGI	16
1. Tahapan pembuatan skripsi	16
2. Tempat penelitian	17
3. Modifikasi sistem mekanik mesin <i>router</i> CNC menjadi mesin 3D Scanner	18
4. Komponen modifikasi mesin <i>router</i> CNC menjadi mesin 3D Scanner	18
5. Perakitan (<i>assembly</i>) <i>mounting</i> motor <i>stepper</i> dan <i>mounting</i> sensor jarak	21
A. Perakitan <i>mounting</i> motor dan pelat penghubung sumbu X	21
B. Perakitan sub rakitan X dan motor <i>stepper</i>	21
C. Perakitan <i>mounting</i> motor dan pelat penghubung sumbu Y	22
D. Perakitan sub rakitan Y dan motor <i>stepper</i>	23
E. Perakitan <i>mounting</i> motor <i>stepper</i> sumbu Z dan motor <i>stepper</i>	23
F. Perakitan <i>mounting</i> sensor dan sensor jarak	23
6. Perhitungan torsi	25
A. Torsi yang diperlukan untuk menggerakkan sensor searah sumbu X.....	25
B. Torsi yang diperlukan untuk menggerakkan sensor searah sumbu Y	26
C. Torsi yang diperlukan untuk menggerakkan sensor searah sumbu Z	28
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN	29
1. Kalibrasi aksis	29
2. Pengujian perpindahan sensor pada sumbu X, Y, dan Z	29
A. Pengujian perpindahan sensor searah sumbu X.....	31
B. Pengujian perpindahan sensor pada sumbu Y.....	31
C. Pengujian perpindahan sensor searah sumbu Z	33
3. Pengujian pemindaian benda.....	33
4. Hasil pengujian pemindaian benda	35

A. <i>Scanning</i> benda berbentuk elips.....	36
B. <i>Scanning</i> benda berbentuk setengah lingkaran	36
C. <i>Scanning</i> benda berbentuk limas segi empat	37
5. Analisa hasil pengujian	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
1. Kesimpulan	39
2. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	43



DAFTAR GAMBAR

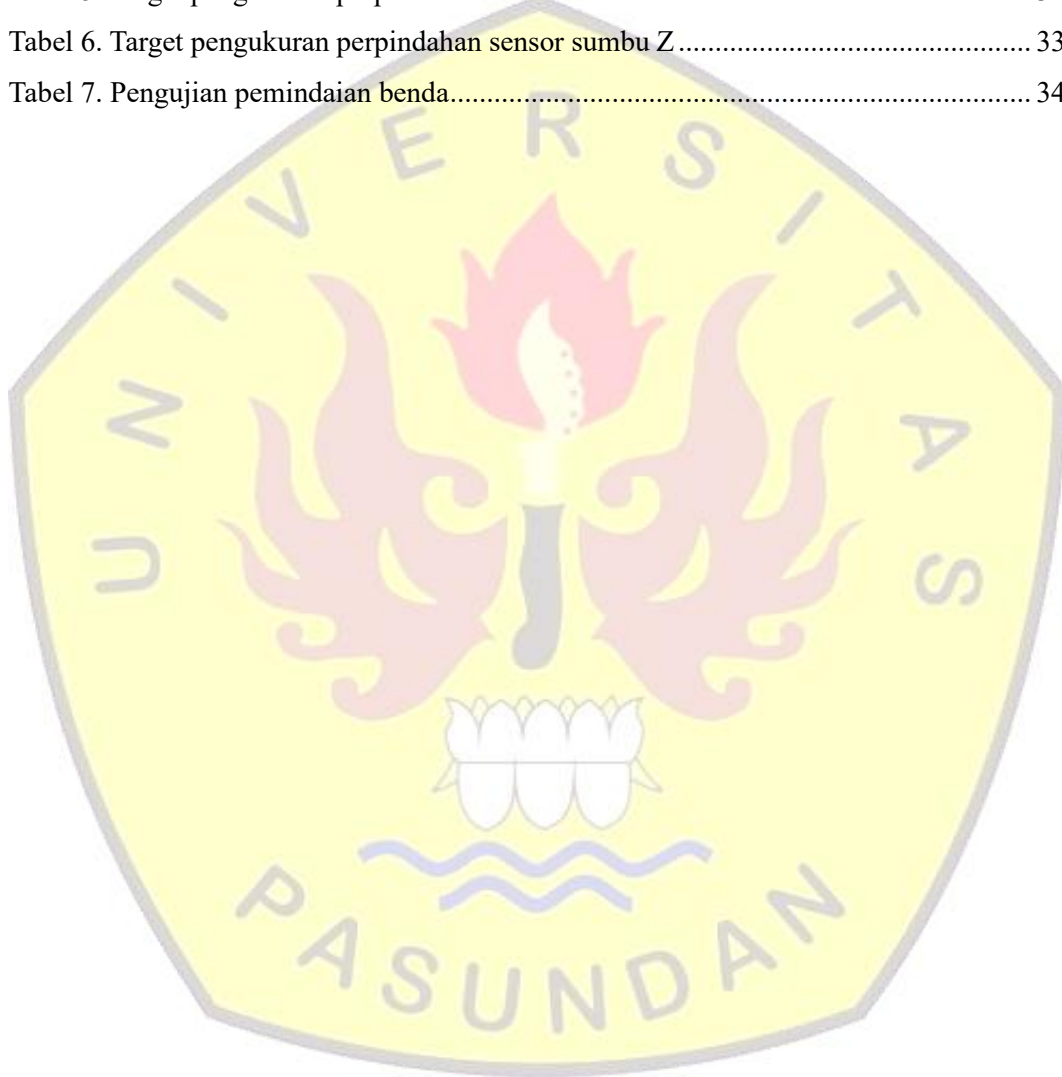
Gambar 1. Mesin 3D <i>Scanner</i> penelitian 1	4
Gambar 2. Mesin 3D <i>Scanner</i> penelitian 2	5
Gambar 3. Mesin 3D <i>Scanner</i> penelitian 3	6
Gambar 4. Mesin CNC <i>router</i>	7
Gambar 5. Einscan-SE	7
Gambar 6. Sol pro 3D <i>Scanner</i>	8
Gambar 7. <i>Flexible coupling</i>	9
Gambar 8. <i>Mounting</i>	9
Gambar 9. Motor <i>stepper</i>	10
Gambar 10. Skematis pengaturan posisi poros motor <i>stepper</i>	10
Gambar 11. <i>Driver</i> motor <i>stepper</i>	13
Gambar 12. Tampilan awal <i>software</i> solidworks	13
Gambar 13. Skematis mekanisme ulir daya	14
Gambar 14. Diagram benda bebas potongan ulir pada saat menaikkan beban	15
Gambar 15. Tahapan penelitian	16
Gambar 16. Tempat penelitian	17
Gambar 17. Mesin <i>router</i> CNC yang belum dilakukan modifikasi	18
Gambar 18. Desain mesin <i>router</i> CNC yang belum dilakukan modifikasi	19
Gambar 19. <i>mounting</i> motor <i>stepper</i> X, dan Y serta <i>mounting</i> sensor jarak	20
Gambar 20. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan X	21
Gambar 21. <i>Mounting</i> motor <i>stepper</i> sumbu X	22
Gambar 22. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan Y	22
Gambar 23. <i>Mounting</i> motor <i>stepper</i> sumbu Y	23
Gambar 24. <i>Mounting</i> motor <i>stepper</i> sumbu Z	24
Gambar 25. <i>Mounting</i> sensor jarak	24
Gambar 26. Skematis mekanisme pergerakan sensor searah sumbu X	25
Gambar 27. Tampilan Antarmuka (<i>interface</i>) untuk mengendalikan posisi sensor	30
Gambar 28. perpindahan sensor searah sumbu X	32
Gambar 29. Pengukuran perpindahan sensor searah sumbu Y	32
Gambar 30. Pengukuran Perpindahan sensor pada sumbu Z	33
Gambar 31. Benda uji berbentuk kerucut	34
Gambar 32. Hasil pengujian benda berbentuk elips	36
Gambar 33. Hasil pengujian benda berbentuk setengah lingkaran	37

Gambar 34. Pengujian benda berbentuk limas persegi dengan tinggi benda 50 mm.....	37
Gambar 35. Pengujian benda berbentuk limas persegi dengan tinggi benda 50 mm.....	38
Gambar 36. Pemindaian benda berbentuk limas segi empat 50 mm x 50 mm x 50 mm ..	43
Gambar 37. Pemindaian benda limas segi empat 100 mm x 100 mm x 50 mm	43
Gambar 38. Modifikasi pada mesin <i>router</i> CNC menjadi mesin 3D <i>Scanner</i>	44



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komponen-komponen <i>mounting</i> motor <i>stepper</i>	20
Tabel 2. Komponen-komponen <i>mounting</i> sensor jarak.....	20
Tabel 3. Set-up pengukuran perpindahan sensor pada arah sumbu X, Y, dan Z	31
Tabel 4. Target pengukuran perpindahan sensor searah sumbu X	32
Tabel 5. Target pengukuran perpindahan sensor searah sumbu Y	32
Tabel 6. Target pengukuran perpindahan sensor sumbu Z	33
Tabel 7. Pengujian pemindaian benda.....	34



ABSTRAK

Perkembangan teknologi otomasi dewasa ini memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi di berbagai bidang, salah satunya dalam industri manufaktur. Salah satu teknologi otomasi yang mengalami perkembangan signifikan adalah 3D *Scanner*. Alat ini memiliki kemampuan untuk memindai bentuk objek dan menghasilkan model digital tiga dimensi menggunakan sensor berbasis cahaya atau laser. Namun, 3D *Scanner* komersial seperti Einscan-SE dan Sol Pro memiliki keterbatasan area kerja, masing-masing sebesar 570 mm × 210 mm × 210 mm dan 170 mm × 170 mm, serta batas berat objek maksimum 2 kg. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang mampu memindai objek berdimensi besar dan berbobot lebih berat. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi sistem mekanik pada mesin *router* CNC menjadi sistem mekanik mesin 3D *Scanner*. Modifikasi difokuskan pada sistem penggerak tiga sumbu (X, Y, dan Z) dengan menambahkan motor penggerak dan merancang mounting sebagai tempat sensor jarak. Hasil modifikasi menunjukkan bahwa sistem mekanik yang telah dirancang berfungsi dengan baik tanpa mengalami kendala saat perakitan dan pengujian. Secara kuantitatif, mesin hasil modifikasi mampu memindai objek hingga ukuran maksimum 400 mm × 400 mm × 100 mm dan berat maksimum 5 kg, melebihi kapasitas *scanner* komersial yang disebutkan sebelumnya. Secara kualitatif, hasil pemindaian menunjukkan ketelitian yang baik pada objek sederhana berbentuk datar dengan tingkat kesalahan pengukuran rata-rata ±0,5 mm. Namun, pada permukaan melengkung atau tidak rata, hasil pemindaian kurang optimal dengan tingkat deviasi mencapai ±2 mm. Dengan demikian, modifikasi ini memberikan solusi alternatif untuk pemindaian objek berukuran besar dengan presisi yang cukup baik dalam aplikasi sederhana. Penelitian ini juga memberikan kontribusi dalam pengembangan alat bantu praktikum di lingkungan akademik, khususnya dalam bidang perancangan sistem mekanik dan otomasi.

Kata kunci: 3D *scanner*, modifikasi sistem mekanik, mesin CNC *router*, sensor jarak.

ABSTRACT

The development of automation technology today has made a significant contribution to improving effectiveness and efficiency in various fields, one of which is the manufacturing industry. One automation technology that has seen significant development is the 3D *scanner*. This device has the ability to scan the shape of an object and generate a three-dimensional digital model using light-based or laser sensors. However, commercial 3D *scanners* such as the Einscan-SE and Sol Pro have limitations in terms of working area, with dimensions of 570 mm × 210 mm × 210 mm and 170 mm × 170 mm, respectively, and a maximum object weight limit of 2 kg. Therefore, an alternative is needed that can scan larger-sized objects and those with greater weight. This study aims to modify the mechanical system of a CNC router machine into a 3D *scanner* mechanical system. The modification focuses on the three-axis drive system (X, Y, and Z) by adding drive motors and designing a mounting for the distance sensor. The results of the modification show that the designed mechanical system functions well without any issues during assembly and testing. Quantitatively, the modified machine is capable of scanning objects up to a maximum size of 400 mm × 400 mm × 100 mm and a maximum weight of 5 kg, exceeding the capacity of the previously mentioned commercial *scanner*. Qualitatively, the scanning results show good accuracy on simple flat objects with an average measurement error of ±0.5 mm. However, on curved or uneven surfaces, the scanning results are less optimal with a deviation level of up to ±2 mm. Thus, this modification provides an alternative solution for scanning large objects with sufficient precision in simple applications. This research also contributes to the development of practical tools in an academic environment, particularly in the field of mechanical system design and automation.

Keywords: 3D *scanner*, mechanical system modification, CNC router machine, distance sensor.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Perkembangan teknologi otomasi saat ini sangat berpengaruh di berbagai aspek kehidupan. Perkembangan tersebut dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan efektivitas dan efisiensi. Salah satu perkembangan teknologi dalam bidang otomasi yaitu 3D *Scanner*. 3D *Scanner* adalah alat yang dapat menangkap informasi digital tentang bentuk objek dengan menggunakan laser atau cahaya untuk mengukur jarak antara sensor dan objek [1]. Prinsip kerja 3D *Scanner* adalah sensor mengukur jarak antara permukaan benda kerja dengan sensor. Sensor tersebut mengukur permukaan benda kerja pada beberapa titik, sehingga titik tersebut dapat menghasilkan model 3D. Pemindaian objek tiga dimensi (3D) sangat penting dalam proses pengembangan dan analisis produk di bidang industri manufaktur [2].

Mesin 3D *scanner* yang banyak digunakan saat ini adalah mesin 3D *scanner* yang memiliki arah pindai horisontal. Salah satu contoh mesin 3D *scanner* yang memiliki arah pindai horisontal adalah Einscan-SE dan Sol pro 3D *scanner*. Einscan-SE memiliki area kerja 570 mm x 210 mm x 210 mm [3]. Sol pro 3D *scanner* memiliki area kerja maksimum 170 mm x 170 mm, area kerja minimum 20 mm x 20 mm, berat objek maksimum yang dapat dipindai 2 kg [4].

Di laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasundan terdapat rangka mesin *router* CNC. Mesin tersebut memiliki tiga sumbu gerak. Sumbu gerak tersebut terdiri dari sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z. Mesin CNC *router* ini berpeluang untuk dijadikan mesin 3D *scanner* dengan cara mengganti *spindle* pada mesin *router* CNC dengan sensor jarak sebagai alat pemindai objek. Berdasarkan uraian tersebut timbul gagasan untuk memodifikasi sistem mekanik pada mesin *router* CNC dengan mengganti *spindle* pada mesin *router* CNC dengan sensor jarak.

Penelitian ini fokus di bagian sistem mekanik terutama di bagian sistem penggerak sumbu, yang mana sebelumnya mesin ini belum memiliki motor sebagai penggerak sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z, sehingga mesin ini perlu ditambahkan motor sebagai penggerak. Adanya modifikasi ini diharapkan mesin 3D *scanner* yang menggunakan mesin *router* CNC dapat memindai benda kerja yang memiliki dimensi cukup besar dan beban objek pindai cukup berat.

2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui rumusan masalah yang akan diselesaikan yaitu bagaimana cara memodifikasi sistem mekanik mesin CNC *router* menjadi sistem mekanik mesin 3D *scanner*.

3. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian skripsi ini yaitu memodifikasi sistem mekanik CNC *router* menjadi sistem mekanik 3D *scanner*, terutama di bagian sistem penggerak supaya menghasilkan gerak motor pada tiap sumbu yang dapat digunakan pada mesin 3D *scanner* dan merancang *mounting* untuk menempatkan sensor jarak sebagai media pindai.

4. Manfaat

Skripsi ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi penulis, bagi akademik, maupun bagi pembaca. Bagi penulis laporan skripsi ini dapat dijadikan sebagai sarana untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama menempuh studi khususnya dalam perancangan sistem mekanik mesin 3D *scanner*. Bagi akademik skripsi ini dapat dijadikan sebagai sarana tambahan pengetahuan di perpustakaan Universitas Pasundan, khususnya dalam memahami permasalahan terkait dengan penulisan skripsi. Bagi pembaca skripsi ini dapat menjadi sumber informasi dan tambahan pustaka bagi peneliti lain atau pengajar lain tentang model mesin 3D *scanner*.

5. Batasan masalah

Lingkup bahasan dalam penelitian skripsi ini adalah memilih komponen sistem mekanik 3D *scanner*, dan merancang *mounting* sehingga sistem mekanik yang dibuat dapat diaplikasikan pada mesin 3D *scanner*.

6. Sistematika penulisan

Skripsi ini disusun bab demi bab yang terdiri dari lima bab. Beberapa bab yang dibahas pada skripsi ini adalah pendahuluan, studi literatur, metode penelitian, analisis hasil pengujian dan pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka, serta lampiran.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, lingkup pembahasan, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Pada bab ini dibahas tentang kajian mesin 3D *scanner*, 3D *scanner*, mesin *Computer Numerical Control* (CNC), kajian-kajian mesin yang sudah ada, komponen sistem mekanik 3D *canner*, dan *software* perancangan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dibahas tentang tahapan penelitian, tempat penelitian, dan desain konsep *mounting* untuk modifikasi sistem mekanik mesin CNC *router* menjadi sistem mekanik mesin 3D *scanner*.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini dibahas tentang pengujian gerak sensor searah sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z pada mesin 3D *scanner* dan pengujian pemindaian bentuk benda. Bentuk benda yang dipindai diamati kesesuaian bentuknya dengan benda yang *discan* dengan hasil *scanning* dan dilakukan analisa hasil pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan dan saran mengenai hal-hal penting yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Modifikasi mesin *router* CNC menjadi mesin 3D *scanner* di bagian sistem penggerak sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z, dan perancangan *mounting* untuk menempatkan sensor jarak sebagai media pindai berhasil dilakukan. Komponen sistem mekanik yang telah dirancang dan dibuat berfungsi dengan baik tidak terjadi kendala pada saat dilakukan perakitan dan pemasangan pada mesin 3D *scanner*. Hasil *scanning* benda kerja menggunakan mesin 3D *scanner* dengan metode pengukuran tinggi benda mampu digunakan untuk *scanning* benda/bentuk yang sederhana. Hasil *scanning* tersebut memiliki ketelitian yang baik untuk bentuk benda sederhana, namun hasil *scanning* kurang bagus pada permukaan yang tidak rata atau melengkung. Modifikasi sistem mekanik yang dilakukan pada mesin *router* CNC menjadi sistem mekanik mesin 3D *scanner* dapat digunakan sebagaimana mestinya.

2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang baik mengenai kinerja mesin 3D *scanner*. Namun terdapat beberapa saran yang kiranya perlu untuk dilakukan. Saran tersebut adalah:

- a. Motor *stepper* sebaiknya diberikan pendingin seperti *fan cooling*, agar pada saat mesin 3D *scanner* beroperasi motor *stepper* tidak cepat panas dan tidak terjadi *error*, dan
- b. Diperlukan meja datar pada saat menyimpan obyek yang akan discan, sehingga pada saat proses *scanning* benda kerja dilakukan tidak mempengaruhi point cloud pada obyek benda tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Syaifudin *Et Al.*, “Analisis Efektivitas Pelatihan Singkat 3D Modelling, 3D Scanning dan 3D Printing pada Siswa SMA,” *Sewagati*, Vol. 6, No. 5, 2022, Doi: 10.12962/J26139960.V6i5.283.
- [2] P. S. Maria And E. Susianti, “Uji Kinerja Surface *Scanner* 3D Menggunakan Sensor V153l0x dan Mikrokontroler Atmega8535,” *J. Tek. Elektro*, Vol. 11, No. 1, Pp. 1–8, 2019, Doi: 10.15294/Jte.V11i1.18821.
- [3] Hariyanto, P. A. Susanti, M. Hadjaat, M. Wasil, and A. D. Susilawati, “Meningkatkan Literasi Teknologi di Masyarakat Pedesaan Melalui Pelatihan Digital,” *J. Abdimas Perad.*, vol. 4, no. 2, pp. 12–21, 2023, doi: 10.54783/ap.v4i2.24.
- [4] R. Jaelani, “Rancang Bangun *Scanner* 3D menggunakan sensor GP2Y0E03,” *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 7, no. 1, p. 35, 2018, [Online]. Available: https://perpustakaan.ft.unram.ac.id/index.php?p=show_detail&id=7994.
- [5] P. Mesin, P. Dimensi, And A. Fauzan, “Perancangan Mesin Pemindai 3 Dimensi Menggunakan Sensor Optik Berbasis,” Vol. 6, No. 2, Pp. 3442–3449, 2020.
- [6] M. R. Sofyandi, E. Kurniawan, And R. A. Wicaksono, “Rancang Bangun 3D *Scanner* Sebagai 3D Metrologi dengan Metode Fotogrametri Rentang Dekat,” *J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin*, Vol. 3, No. 1, Pp. 56–61, 2022.
- [7] M. R. Dwidayatama, *Rancang Bangun 3 Lidar Scanner Untuk Pemetaan Objek Berbasis Arduino Mega 2560*. 2023.
- [8] M. Muas, A. Tangkemanda, L. Parwandi, R. Rusnan, And R. Oktavianti Rustan, “Rancang Bangun Mesin Pemindai 3D Menggunakan Sensor Jarak Infrared pada Mesin Printer 3D,” *J. Tek. Mesin Sinergi*, Vol. 22, No. 1, Pp. 100–105, 2024, Doi: 10.31963/Sinergi.V22i1.4969.
- [9] F. U. Lubis, “Metode Fadhli Fame Laner Untuk Alat 3D Laser *Scanner*,” *J. Mech. Eng. Mechatronics*, Vol. 3, No. 1, P. 21, 2019, Doi: 10.33021/Jmem.V3i1.534.
- [10] Abd.Rachman.Bt, M. Herman, A. Fitriati, And Y. Elviralita, “Rancang Bangun Mesin Penekuk Kawat Baja Spring Bed Berbasis Mikrokontroler,” *Mechatronics J. Prof. Entrep.*, Pp. 1–8, 2019, [Online].
- [11] A. Muchlis, W. Ridwan, and I. Z. Nasibu, “Rancang Bangun Mesin CNC (Computer Numerical Control) Laser dengan Metode Design for Assembly,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–27, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i1.9228.
- [12] T. Kimia *Et Al.*, “Kegagalan Sambungan pada Fleksibel Kopling Flange Di Unit

Thermal Oil Heater,” 2024.

- [13] I. A. Raharjo *Et Al.*, “Analisis Misalignment Kopling pada Mesin Rotary Menggunakan,” Vol. 4, No. 2, Pp. 214–223, 2016.
- [14] Endy Friyadi, “Desain Dan Analisa Struktur Platform Micro Lathe Cnc Machine,” P. 103, 2015, [Online]. Available: [Http://Repository.Its.Ac.Id/51610/](http://Repository.Its.Ac.Id/51610/).
- [15] D. Syah, “Perencanaan Trunion Fixture Untuk Proses Machining Part Headstock Pada Mtu-150 Lathe Di Pt. Cnc Controller Indonesia,” 2018.
- [16] Tifa, “CNC Aluminium Kopling Sambungan Poros Fleksibel Coupler Fleksibel Konektor Motor D25l30 Kopling - Cina Coupler, Kopling Sambungan.
- [17] A. Nugroho, “Artsoft Mach3 Mach3,” *Software Cnc*, Pp. 5–18, 1998.
- [18] F. Umam, “Motor Listrik,” No. November, 2017.
- [19] Trisanto, “Nema 23 - 57 X 57mm Stepper Motor - Stepperonline.” <https://www.omc-stepperonline.com/nema-23-stepper-motor/sort-price-asc?page=3> (Accessed Oct. 03, 2024).
- [20] D. H. Sinaga And O. Y. Hutajulu, “Penggunaan dan Pengaturan Mesin CNC ” 2021.
- [21] Y. Fitriani, R. Pakpahan, And A. Asyirri, “Perancangan Prototype Mesin Cnc (Computer Numerically Controlled) Plotter 3 Axis 2d Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno,” *J. Inf. Syst. Informatics Comput.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 23–30, 2019, [Online].
- [22] E. Rismawan, S. R. Sulistiyanti, And A. Trisanto, “Rancang Bangun Prototype Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535,” *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 49–57, 2012, Doi: 10.23960/Jitet.V1i1.22.
- [23] E. Abdurahman And R. Kamelia, *Design Hoist Controller For Miniature Rubber Tyred Gantry Crane*. 2016.
- [24] P. Wibowo, “Design And Construction Of Computer Numeric Control (CNC) Machines Based On Microcontrollers,” Vol. 1, No. 3, Pp. 1–12, 2024, Doi: 10.30596/Jitcse.
- [25] Akhmad Baharuddin Basit, “Pengaruh Spindle Speed Terhadap Visualkekasaran Dan Nilai Kerataan Permukaan Mesincnc 5 Axis Berbasis Microcontroller Mach 3breakout Board Dan Microstep Motor Drivercontroller Tb6600,” *Tek. Mesin*, Vol. 1, Pp. 23–23, 2019.
- [26] S. Cai, “Driver Motor Stepper TB6600.” [Online]. Available: [http:// id. gnsc component.com/development-board/stepper-motor-driver-controller-dm860-dm860h.html](http://id.gnsc-component.com/development-board/stepper-motor-driver-controller-dm860-dm860h.html)
- [27] M. A. Hendrawan, P. I. Purboputro, M. A. Saputro, And W. Setiyadi, “Perancangan

Chassis Mobil Listrik Prototype ‘ Ababil ’ Dan Simulasi Pembebanan Statik Dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016,” *7th Univ. Res. Colloq. 2018*, Pp. 96–105, 2018.

- [28] H. Kuncoro And A. Yudha Pratama, “Analisis Rangka Mesin Pemisah Kuning Telur Menggunakan Software Solidworks 2020,” *Presisi*, Vol. 25, No. 1, Pp. 18–24, 2023, [Online].
- [29] A. Asyirri, “Understanding What Is Mechanical Design Engineering.” <https://welcomedesigner321.blogspot.com/2023/03/understanding-what-is-mechanical-design.html> (Accessed Oct. 09, 2024).
- [30] A. Fitriati, "Perancangan Ulir Daya dan Sambungan Baut 8.1"

