

RANCANG BANGUN ALAT UKUR PAHAT CNC MENGUNAKAN CMOS CAMERA

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Luthfi Febriantoro

219441019



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

RANCANG BANGUN ALAT UKUR PAHAT CNC MENGUNAKAN CMOS CAMERA

Oleh:

Muhammad Luthfi Febriantoro

219441019

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, Tanggal, tahun

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Nuryanti S.T., M.Sc.

NIP 196701171990031004

Rizqi Aji Pratama S.Pd., M.Pd.

NIP 199110272022031005

Disahkan,

Penguji I,	Penguji II,	Penguji III
<u>Gungun Maulana S.Pd., M.T</u> NIP. 19820427014041001	<u>Wahyu Adhie Chandra S.T., M.Sc.</u> NIP. 220409004	<u>Dr. Aris Budyanto S.T., M.T.</u> NIP. 197012301995121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Luthfi Febriantoro
NIM : 219441019
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur Dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : RANCANG BANGUN ALAT UKUR PAHAT
CNC MENGGUNAKAN CMOS CAMERA

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 6 – 6 – 2023

Yang Menyatakan,

(Muhammad Luthfi Febriantoro)

NIM 219441019

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Luthfi Febriantoro
NIM : 219441019
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur Dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : RANCANG BANGUN ALAT UKUR PAHAT
CNC TERKONEKSI DENGAN MICROSOFT
AZURE

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 6 – 6 – 2023
Yang Menyatakan,

(Muhammad Luthfi Febriantoro)
NIM 219441019

➤ **MOTO PRIBADI**

Bulatkan tekad, Satukan Asa, Berjalan sepenuh hati, tunaikan semua kewajiban dengan baik .

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, Hana Fairuz, serta teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

➤ KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdlillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun Alat Ukur alat potong CNC Terkoneksi Microsoft Azure”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Muhammad Nurdin S.T., M.A.B;
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim S.T., M.T.;
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Ibu Nuryanti S.T., M.Sc.;
4. Para Pembimbing tugas akhir Ibu Nuryanti, Mas Rizqi Aji, dan Kang Zaki Dzulfikri yang telah membantu dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini;

5. Para Penguji sidang tugas akhir Pak Gunung Maulana, Pak Wahyu Adi Chandra, dan Pak Aris Budyarto;
6. Panitia tugas akhir yang diketuai oleh Mba Fitria;
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis yaitu mama dan papa yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa pernah lelah untuk selalu menguatkan saya;
8. Untuk ketiga kaka saya yang selalu mendukung saya dalam proses pengerjaan tugas akhir ini;
9. Buat sahabat – sahabat saya yang telah membantu pengerjaan tugas akhir ini terlebih kepada Hana Fairuz yang selalu memberikan support.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

Sebagai pendukung utama dalam industri manufaktur, perkembangan mesin CNC cukup pesat, terutama untuk meningkatkan efisiensi dalam proses manufaktur. Salah satu bentuk efisiensi mesin tersebut yakni pengukuran alat potong pada mesin tersebut untuk mencegah kerusakan pada alat potong mesin cnc. Yang dikarenakan alat potong yang diukur secara terus menerus dengan alat ukur yang konvensional dan memiliki material keras dapat menyebabkan kerusakan pada alat potong cnc. Penelitian ini berhasil mengembangkan alat ukur menggunakan CMOS kamera untuk perangkat potong CNC dengan ketelitian yang tinggi. Penggunaan metode nirkontak memberikan keuntungan dalam mengurangi risiko kerusakan, sementara integrasi dengan database memungkinkan efisiensi dan akurasi dalam penggunaan perangkat potong. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan ini memiliki potensi aplikatif yang signifikan dalam industri manufaktur dan pemrosesan material.

Kata kunci: pengukuran nirkontak, alat potong mesin CNC, Microsoft azure database

ABSTRACT

As a major support in the manufacturing industry, the development of CNC machines has been rapid, particularly aimed at enhancing efficiency in manufacturing processes. One form of efficiency in these machines involves the measurement of cutting tools to prevent damage to CNC cutting tools. This is because continuous measurement of the cutting tool using conventional methods, especially with hard materials, can lead to damage to the CNC cutting tools. This research successfully developed a measurement tool using a CMOS camera for CNC cutting devices with high precision. The utilization of non-contact methods provides advantages in reducing the risk of damage, while integration with a database enables efficiency and accuracy in the use of cutting devices. Therefore, this study proves that this approach holds significant potential for application in the manufacturing and material processing industry.

Keywords: non-contact measurement, CNC cutting tools, Microsoft Azure database

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
➤ MOTO PRIBADI.....	iv
➤ KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
➤ DAFTAR GAMBAR.....	xiii
I BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah.....	3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
I.5 Sistematika Penulisan.....	4
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Tinjauan Teori	5
II.1.1 Computer Numerical Control (CNC)	5
II.1.1.1 G-Code	6
II.1.1.2 Alat Potong.....	6
II.1.2 Alat Ukur	7
II.1.3 <i>Tool Preset</i>	7
II.1.4 <i>Datum</i>	8
II.1.5 Sistem Kendali Aktuator.....	8
II.1.6 LabView.....	9
II.1.7 Metode Visual Kamera	9
II.1.8 Kalibrasi Kamera	10
II.1.9 <i>Database</i>	11
II.1.10 Microsoft Azure	11
II.2 Tinjauan Alat.....	11
II.2.1 Arduino Uno	12
II.2.2 Cmos Camera.....	12
II.2.3 <i>Linear Actuator</i>	12
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	12

III BAB III Metodologi Penyelesaian Masalah.....	16
III.1 Perancangan Sistem	16
III.2 Metodologi Perancangan Rancang Bangun Alat	19
BAB IV PEMBAHASAN.....	22
IV.1 Rancang Bangun Alat	22
IV.1.1 Rancangan 3 Dimensi	22
IV.1.2 Implementasi	23
IV.2 Perencanaan Sistem	25
IV.2.1 Sistem Antarmuka.....	25
IV.2.2. Sistem Penggerak.....	28
IV.2.3. Sistem Pengukuran.....	28
IV.2.4. Sistem Kalibrasi	29
IV.2.4.1 Metode Kalibrasi Kamera Menggunakan <i>Camera Calibrator</i>	29
IV.2.4.2 Metode Kalibrasi Kamera Secara Manual	31
IV.2.5. Sistem Konektivitas Alat	32
IV.3 Sistem Kendali Aktuator.....	34
IV.3.1 Diagram Blok Motor Stepper	35
IV.4 Konektivitas Alat dengan Database.....	35
IV.5 Pengukuran Persentase Error	36
IV.6 Hasil Pengukuran Nirkontak.....	37
IV.6.1 Studi Kasus 1	37
IV.6.2 Studi Kasus 2	40
IV.7 Persentase Error pada Pengukuran Nirkontak.....	44
IV.7.1 Faktor Cahaya Pada Pengukuran Nirkontak	45
IV.7.2 Intensitas Cahaya 40 Lux	45
IV.7.3 Intensitas Cahaya 800 Lux.....	46
IV.7.4 Intensitas Cahaya 900 Lux.....	48
IV.7.5 Intensitas Cahaya 1200 Lux	49
IV.8 Faktor Jarak Objek Ukur pada pengukuran nirkontak.....	50
IV.8.1 Objek Ukur berjarak 12 cm	50
IV.8.2 Objek Ukur berjarak 20 cm	52
IV.9 Hasil Pengukuran Metode Konvensional (Jangka Sorong)	54
IV.9.1 Studi Kasus 1	54
IV.9.2 Studi Kasus 2	56
IV.10 Perbandingan Hasil Pengukuran Metode Nirkontak dengan Metode Konvensional	58

IV.11	Perbedaan ukuran pada sisi alat potong	59
IV.12	Perbandingan Durasi Pengukuran Konvensional Dengan Metode Nirkontak	60
V	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
V.1	Kesimpulan.....	62
V.2	Saran.....	62
	Daftar Pustaka.....	64
	LAMPIRAN.....	67
1.	Spesifikasi Kamera.....	67
2.	Spesifikasi Motor Stepper	68

DAFTAR TABEL

Tabel IV-1 Query Database Hasil Pengukuran	36
Tabel IV-2 Tabel Penghitungan Studi Kasus 1 Metode Nirkontak	37
Tabel IV-3 Tabel Penghitungan Studi Kasus 2 Metode Nirkontak	41
Tabel IV-4 Hasil Pengukuran Pada INtensitas Cahaya 800 Lux	47
Tabel IV-5 Hasil Pengukuran Pada kondisi intensitas cahaya 900 Lux	48
Tabel IV-6 Hasil pengukuran pada jarak 12 Cm.	51
Tabel IV-7 hasil pengukuran pada jarak 20 Cm	53
Tabel IV-8 Tabel Penghitungan Studi Kasus 1 Metode Kontak Langsung	54
Tabel IV-9 Tabel Penghitungan Studi Kasus 2 Metode Kontak Langsung	56

➤ DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Mesin CNC.....	5
Gambar II-2 Alat Potong CNC	7
Gambar II-3 Jangka Sorong	7
Gambar II-4 Blok diagram Sistem Kendali	8
Gambar III-1 Simulasi Rancangan Sistem.....	17
Gambar III-2.....	17
Gambar III-3Diagram Alur Kerja Alat	18
Gambar III-4 Diagram Alur Sistem Kerja Alat.....	19
Gambar III-5 Hasil Pemotongan Material.....	20
Gambar III-6 Perakitan Material.....	21
Gambar IV-1 Rancang Bangun 3 Dimensi	22
Gambar IV-2 Rancang Bangun 3 Dimensi (2).....	23
Gambar IV-3 Implementasi Rancang Bangun 3 Dimensi.....	24
Gambar IV-4 Implementasi Rancang Bangun (2)	25
Gambar IV-5 Blok Diagram Antar Muka Sistem Alat	26
Gambar IV-6 Desain Antar-Muka	27
Gambar IV-7 Blok Diagram Sistem Penggerak.....	28
Gambar IV-8 Blok Diagram Sistem Pengukuran.....	28
Gambar IV-9 Metode Kalibrasi dari vision Assistant Labview.....	29
Gambar IV-10 Indikator Kalibrasi	31
Gambar IV-11 Proses Kalibrasi	32
Gambar IV-12 Diagram Sistem Konektivitas Alat-Database	32
Gambar IV-13 Konektivitas Pengukuran Lebar Objek Ukur	33
Gambar IV-14 Konektivitas Pengukuran Tinggi Objek Ukur	33
Gambar IV-15 Rangkaian Sistem kendala Motor Stepper.....	34
Gambar IV-16 Diagram Blok Motor Stepper	35
Gambar IV-17 Pengambilan data pada studi kasus 1.....	37
Gambar IV-18 Grafik Hasil Pengukuran Posisi A Studi Kasus 1.....	38
Gambar IV-19 Grafik Studi Kasus 1 Metode Nirkontak pada posisi B.....	40
Gambar IV-20 Tampilan Antar Muka pada Studi Kasus 2.....	41
Gambar IV-21 Grafik Hasil Pengukuran pada Studi Kasus 2 Posisi A	42
Gambar IV-22 Grafik Hasil Pengukuran pada Studi Kasus 2 Posisi A	43
Gambar IV-23 Grafik Perbandingan Persentase Error Studi Kasus 1&2 pada posisi A	44
Gambar IV-24 Grafik Perbandingan Persentase Error Studi Kasus 1&2 pada posisi B.....	45
Gambar IV-25 Tampilan Interface Pada Kondisi pencahayaan 40 Lux	46
Gambar IV-26 Proses Pengukuran Kondisi Cahaya 800 lux.....	47
Gambar IV-27 Kondisi Pencahayaan 900 Lux	48
Gambar IV-28 Pengukuran Pada intensitas cahaya 1200 Lux.....	50
Gambar IV-29 Pengkondisian Jarak Sebesar 12 cm	51
Gambar IV-30 Pengkondisian Jarak Sebesar 20 Cm	53
Gambar IV-31 Grafik Studi Kasus 1 Metode Kontak Langsung.....	56
Gambar IV-32 Grafik Studi Kasus 2 Metode Kontak Langsung.....	57

Gambar IV-33 Grafik Perbandingan Studi Kasus 1 Metode Nirkontak dan Kontak Langsung.....	58
Gambar IV-34 Grafik Perbandingan Studi Kasus 2 Metode Nirkontak dan Kontak Langsung.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan kemampuan mesin CNC cukup pesat dengan kemampuan mesin tersebut yang saat ini dapat bergerak hingga 5 sumbu. Dengan keunggulan tersebut, mesin CNC dapat membuat benda atau peralatan dengan tingkat kesulitan yang beragam sehingga dapat menyelesaikan kebutuhan utama dalam industri manufaktur. Dalam praktiknya, pergerakan CNC dikendalikan komputer terprogram yang menjalankan permesinan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

Dalam pemrograman CNC, G-Code berperan penting untuk mengatur agar mesin CNC dapat digunakan sesuai kebutuhan. Beberapa pengaturan yang diakomodasi G-Code berupa parameter yang perlu diatur sehingga mesin CNC dapat berjalan dengan baik. Salah satu parameter yang perlu dipersiapkan sebelum mesin CNC digunakan yakni mengatur ukuran alat potong CNC. Pengukuran alat potong ini dilakukan terlebih dahulu dan dimasukkan ke dalam G-Code sehingga mesin CNC tidak akan merusak material [1].

Sejauh ini, teknik pengukuran alat potong masih menggunakan metode manual, yakni mengukur panjang dan lebar alat potong. Teknik pengukuran tersebut memiliki beberapa kendala, antara lain menyebabkan kerusakan pada ujung alat potong mesin CNC [2]. Selain itu, pengukuran tersebut memiliki tingkat ketelitian yang terbatas, sementara produk yang akan dibuat mesin CNC memiliki tingkat ketelitian yang tinggi. Hal tersebut sebetulnya telah diakomodasi pada mesin CNC yang dapat mengatur hingga ketelitian mencapai 100 mikrometer. Akan tetapi, pengukuran secara manual tersebut tidak efisien karena perlu dilakukan berulang karena kebutuhan produk yang beragam membutuhkan jenis dan ukuran alat potong yang juga berbeda. Hal tersebut memperlambat penggunaan mesin CNC karena penentuan parameter yang tidak dapat dilakukan secara otomatis dan berulang. Pengukuran pada alat potong secara berulang dengan menggunakan metode konvensional menggunakan jangka sorong dapat

mengakibatkan keausan pada alat potong karena jangka sorong terbuat dari material solid dapat merusak alat potong yang terbuat dari material rapuh seperti karbid [2].

Pengukuran yang berulang pada alat potong mesin CNC dapat diminimalisasi dengan memanfaatkan *database* sehingga proses pengukuran dapat efisien. *Database* dapat meningkatkan proses pengukuran yang berulang agar kerusakan alat potong dapat diminimalisasi sehingga penggunaan mesin CNC dapat dipercepat. Selain itu, penyusunan database untuk mesin CNC dapat menyederhanakan pengoperasian mesin CNC. Hal itu memudahkan penggunaan mesin CNC sebab hanya perlu memberikan nomor urut pada alat potong yang akan diukur. Setelah pengukuran selesai, alat potong yang terpasang pada *chuck* dapat disimpan sesuai dengan nomor urutnya. Saat akan digunakan kembali, pengguna mesin CNC hanya perlu melakukan pengecekan pada database untuk melakukan input parameter pada G-Code.

Perancangan *database* yang terkoneksi dengan mesin CNC telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasilnya menunjukkan bahwa database pada mesin CNC dapat memudahkan pengaturan sehingga proses menjadi lebih sederhana. Salah satu penyedia layanan database yang dapat dikoneksikan dengan mesin CNC yakni Microsoft Azure. Layanan ini memiliki berbagai kelebihan, antara lain dapat terkoneksi di setiap komputer yang menggunakan perangkat lunak microsoft, data dapat terlindungi oleh sistem antivirus windows defender, serta biaya platform yang murah [3]. Selain kelebihan tersebut, penggunaan *database* pun dapat mengurangi interaksi langsung alat ukur dengan alat potong disebabkan data hasil pengukuran dapat tersimpan kedalam database, sehingga kerusakan alat potong dapat dikurangi.

Upaya meminimalisasi pengukuran tanpa sentuh dilakukan oleh J. Sedivy yang melakukan percobaan dengan kamera CMOS pada penelitian yang berjudul *Precision Single-line Dimension Measurement Using CMOS Image Sensor and photometric interpolation*. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa pengukuran menggunakan kamera CMOS dengan resolusi 1.312x1.032 pixel menghasilkan persentase error hasil pengukuran sebesar 10% yang setara dengan 10 μ m [4] .

Meskipun demikian, penelitian tersebut masih terbatas dalam pengukuran sebuah garis tunggal.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan merancang alat pengukuran tanpa sentuh yang terhubung dengan microsoft azure. Sebagaimana penelitian terdahulu, penelitian ini akan memanfaatkan kamera sebagai alat ukur dan titik rujukan sehingga akurasi alat ukur menjadi lebih presisi dan akurat. Alat ukur ini yang terkoneksi dengan Microsoft Azure juga memudahkan pengukuran karena tidak selalu mengukur alat potong tersebut. Penelitian ini pun berupaya mengimplementasi pengembangan alat ukur tanpa sentuh agar pemanfaatan pengukuran alat tanpa sentuh menjadi lebih luas.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini dapat kita jabarkan menjadi seperti berikut ini.

1. Bagaimana cara untuk membuat alat ukur dimensi alat potong CNC dengan ketelitian hingga 50 mikro untuk dimensi alat potong?
2. Bagaimana rancang bangun alat ukur untuk alat potong cnc yang tidak menyebabkan kerusakan jika pengukuran dilakukan secara berulang?
3. Bagaimana perbandingan akurasi alat ukur konvensional dengan alat ukur nirkontak?
4. Bagaimana pengumpulan data hasil pengukuran dan disimpan pada database dari Microsoft Azure?

I.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan pada penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Proses pengukuran oleh CMOS Camera dilakukan pada kondisi ruangan ideal pada suhu 25 derajat.
2. Alat potong yang dapat diukur adalah alat potong yang menggunakan tipe Chuck BT-40.
3. Pengambilan gambar untuk image processing menggunakan kamera CMOS dengan resolusi 150 mega pixel

I.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini sebagai berikut:

1. membuat alat ukur untuk alat potong CNC dengan tujuan untuk pencegahan kerusakan pada alat potong jika melakukan pengukuran secara berulang;
2. menghubungkan alat ukur untuk alat potong CNC yang terhubung dengan *database* dengan komunikasi data menggunakan internet;
3. mengetahui perbandingan persentase kegagalan pengukuran alat ukur konvensional dengan alat ukur nirkontak;
4. mengetahui tingkat keakurasian pengukuran nirkontak pada kondisi ideal.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. sebagai perkembangan metode pengukuran pada alat potong CNC.
2. menciptakan alat ukur bagi alat potong yang murah, efisien, serta efektif.
3. meningkatkan akurasi pengukuran alat potong mesin CNC.
4. menciptakan alat ukur yang terkoneksi dengan *database*.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.