

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM SINKRONISASI
ANTARA KECEPATAN LENGAN ROBOT DAN KONVEYOR
BERJALAN BERBASIS PENGUKURAN OBJEK**

Tugas Akhir

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

Oleh

Dede Moch. Dinar Wahidin

220341028



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Rancang Bangun Prototipe Sistem Sinkronisasi Antara Kecepatan Lengan Robot dan Konveyor Berjalan Berbasis Pengukuran Objek

Oleh:

Dede Moch. Dinar Wahidin

220341028

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

Bandung, 5 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Noval Lilansa, Dipl.Ing(FH), M.T.

NIP 197111231995121001

Pembimbing II,



Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.

NIP 198804242018032001

Disahkan,

Penguji I,



Nur Jamiludin Ramadhan,

S.Tr., M.T.

NIP 199402272020121005

Penguji II,



Abdur Rohman Harits

Martawireja S.Si., M.T.

NIP 198803132019031009

Penguji III,



Ega Mardoyo, S.T.,

M.Kom.

NIP 198612032009121006

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dede Moch. Dinar Wahidin
NIM : 220341028
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Prototipe Sistem Sinkronisasi antara Kecepatan Lengan Robot dan Konveyor Berjalan Berbasis Pengukuran Objek

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 : 05 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Dede Moch. Dinar Wahidin)
NIM 220341028

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Dede Moch. Dinar Wahidin
NIM : 220341028
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Prototipe Sistem Sinkronisasi antara Kecepatan Lengan Robot dan Konveyor Berjalan Berbasis Pengukuran Objek

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif 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 : 05 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Dede Moch. Dinar Wahidin)
NIM 220341028

ABSTRAK

Penggunaan teknologi konveyor sangat penting dalam industri untuk mengoptimalkan proses pengangkutan barang, *quality control*, *product packing*, perakitan, dan fungsi lainnya. Konveyor sering dipadukan dengan lengan robot *pick and place* untuk meningkatkan efisiensi sistem manufaktur dan produksi. Namun, keterbatasan seperti perubahan kecepatan konveyor yang tidak diketahui lengan robot dapat menurunkan efisiensi operasional. Umumnya, pengukuran kecepatan konveyor menggunakan sensor encoder yang dapat mengalami kendala seperti slip antara encoder dan permukaan sabuk konveyor. Untuk mengatasi masalah tersebut, pada penelitian ini dibuat sistem pengukuran kecepatan konveyor tanpa kontak menggunakan pengolahan citra yang memanfaatkan webcam. Dengan merekam citra dari objek yang berjalan diatas sabuk konveyor dapat mengatasi permasalahan hasil pengukuran kecepatan konveyor dan memiliki kelebihan dapat mendeteksi posisi koordinat dari objek. Penelitian ini menguji sinkronisasi sistem dengan variasi kecepatan konveyor dan posisi acak objek pada sumbu Y. Hasil menunjukkan sistem berhasil menyesuaikan sinkronisasi *pick and place* secara otomatis sesuai perubahan kecepatan konveyor dengan tingkat keberhasilan 90%. Sistem ini menunjukkan akurasi tinggi yaitu 99,62% untuk pembacaan koordinat objek pada sumbu Y dan 99,4% untuk pengukuran kecepatan. Hasil ini menunjukkan kemampuan sistem yang tinggi dalam membaca posisi koordinat objek pada sumbu Y dan pengukuran kecepatan, sehingga meningkatkan efisiensi lengan robot untuk pekerjaan *pick and place*.

Kata kunci: Kecepatan tanpa kontak, Konveyor, *Pick and place*, Sensor encoder, Webcam.

ABSTRACT

The use of conveyor technology is very important in industry to optimize the process of transporting goods, quality control, product packing, assembly and other functions. Conveyors are often combined with pick and place robotic arms to increase the efficiency of manufacturing and production systems. However, limitations such as changes in conveyor speed that are unknown to the robot arm can reduce operational efficiency. Generally, conveyor speed measurements use encoder sensors which can experience obstacles such as slip between the encoder and the surface of the conveyor belt. To overcome this problem, in this research a contactless conveyor speed measurement system was created using image processing that utilizes a webcam. By recording images of objects running on the conveyor belt, you can overcome the problem of conveyor speed measurement results and have the advantage of being able to detect the coordinate position of the object. This research tested the system synchronization with variations in conveyor speed and random object positions on the Y axis. The results showed that the system succeeded in automatically adjusting pick and place synchronization according to changes in conveyor speed with a success rate of 90%. This system shows high accuracy, namely 99.62% for reading object coordinates on the Y axis and 99.4% for measuring speed. These results show the system's high capability in reading the position of object coordinates on the Y axis and measuring speed, thereby increasing the efficiency of the robot arm for pick and place work.

Keywords: Contactless speed, Conveyor, Pick and place, Encoder sensor, Webcam.

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Konveyor atau sistem ban berjalan adalah sebuah inovasi yang digunakan dalam industri untuk mengangkut barang dari satu sektor ke sektor lainnya. Penggunaan teknologi ini melibatkan berbagai keperluan seperti *quality control*, *product packing*, penghitungan produk, deteksi produk, perakitan, dan fungsi lainnya. Keberadaan teknologi ini menjadi krusial dalam mewujudkan otomatisasi proses di industri[1]. Hal ini disebabkan oleh sejumlah keuntungan, antara lain, waktu yang singkat untuk menyelesaikan tugas, hasil yang akurat karena tidak melibatkan pekerja manusia yang berpotensi melakukan kesalahan, dan penghematan biaya gaji pegawai yang bekerja di sektor industri tersebut[2], [3], [4]. Kesalahan manusia disebabkan oleh kinerja yang menurun karena melakukan pekerjaan yang berulang-ulang[5].

Penggunaan konveyor sering dimanfaatkan dengan lengan robot *pick and place* yang mencakup pemindahan barang dari konveyor berjalan dan penempatan ke dalam wadah[6]. Pemindah barang yang menggunakan konveyor dan lengan robot adalah salah satu dari berbagai jenis alat pemindah barang yang diterapkan di industri[7]. Dengan menggunakan konveyor berjalan, lengan robot dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi sistem manufaktur dan produksi[8]. Bila dibandingkan dengan mesin *batching* yang hanya mendorong barang keluar dari konveyor berjalan, lengan robot juga memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam metode penanganan barang[8]. Manfaat dari sistem yang menggunakan lengan robot tidak akan terwujud hanya dengan menyediakan dan menerapkan sistem tersebut. Sistem operasi yang mengatur gerakan dan tindakan lengan robot menjadi kunci untuk sepenuhnya memaksimalkan kapabilitas dari sistem berbasis lengan robot[8].

Hal ini mendorong para peneliti mencari strategi untuk memaksimalkan kapabilitas dari sistem berbasis lengan robot dan konveyor berjalan. Suatu metode pengembangan yang komprehensif dan umum untuk skenario *pick and place* oleh

lengan robot dengan tujuan mencapai aplikasi yang praktis dan akurat[9]. Agar lengan robot dapat melakukan *pick and place* pada konveyor berjalan dengan akurat, maka lengan robot harus mengetahui perubahan kecepatan dari konveyor berjalan. Perubahan kecepatan konveyor secara langsung berpengaruh terhadap efisiensi operasional lengan robot, sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut melalui serangkaian eksperimen[10].

Konveyor dapat berjalan dengan menggunakan komponen motor DC[1], [11], [12], [13], [14], [15]. Sensor encoder adalah komponen yang memiliki kemampuan untuk mengukur kecepatan dan posisi putaran motor DC[11], [13]. Selain itu, potentiometer juga dapat digunakan untuk mengontrol kecepatan motor dan optocoupler dapat digunakan sebagai sensor untuk mengukur kecepatan putaran motor. Untuk menghitung kecepatan motor, penggunaan encoder lebih akurat daripada penggunaan sensor jarak[16]. Namun, terjadi beberapa keterbatasan terkait penelitian yang sudah dilakukan pada konveyor. Kecepatan konveyor yang tidak sesuai adalah masalah yang sering terjadi pada konveyor[17]. Masalah potensial yang terjadi pada pengukuran kecepatan konveyor yaitu terjadi slip antara encoder dengan permukaan sabuk konveyor. Oleh karena itu, untuk menyelesaikan masalah di atas, sistem pengukuran tanpa kontak harus dibuat. Sistem memanfaatkan kamera CCD untuk merekam citra dari sisi sabuk. Kecepatan konveyor dapat dihitung dengan menganalisis pola tekstur gambar tersebut. Namun, jika konveyor berjalan dengan kecepatan tinggi akan membuat gambar menjadi sangat buram dan hasil pengukuran pada kecepatan tersebut sulit dibedakan satu sama lain hanya berdasarkan pola tekstur gambar[18].

Berdasarkan uraian diatas, dalam tugas akhir ini dibuat pengukuran kecepatan tanpa kontak dengan memanfaatkan *webcam* untuk merekam citra dari objek yang berjalan diatas sabuk konveyor. *Webcam* menawarkan sistem pengukuran yang mudah digunakan dan ekonomis[19]. Dengan merekam citra dari objek yang berjalan diatas sabuk konveyor dapat mengatasi permasalahan hasil pengukuran pada kecepatan tinggi dan memiliki kelebihan yaitu dapat mendeteksi posisi koordinat dari objek. Penelitian sebelumnya[18] hanya berfokus pada pengukuran kecepatan konveyor tanpa kontak. Pada penelitian ini tidak hanya mengembangkan

sistem pengukuran kecepatan konveyor tanpa kontak tetapi juga membuat prototipe sistem sinkronisasi antara kecepatan lengan robot dan konveyor berjalan berbasis pengukuran objek.

I.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah tugas akhir ini berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan:

1. Bagaimana tingkat akurasi pembacaan koordinat objek pada sumbu Y dengan melakukan pengukuran objek menggunakan algoritma *image processing*?
2. Bagaimana tingkat akurasi pengukuran kecepatan konveyor tanpa kontak dengan melakukan pengukuran objek menggunakan algoritma *image processing*?
3. Bagaimana hasil sistem sinkronisasi antara kecepatan lengan robot dan konveyor berjalan yang berbasis pengukuran objek untuk operasi *pick and place*?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan Untuk membahas masalah yang telah diidentifikasi dengan lebih spesifik, maka tugas akhir ini dibatasi pada poin-poin berikut:

1. Robot lengan yang digunakan adalah Dobot Magician.
2. Kecepatan maksimal konveyor 135 mm/s
3. Sinkronisasi kecepatan lengan robot dan konveyor berjalan hanya ketika *pick* objek.
4. Sistem hanya dapat mengenali objek berbentuk lingkaran berwarna merah.
5. *Load* objek pada sabuk konveyor dilakukan satu persatu menunggu robot selesai *place* objek.
6. Pengukuran kecepatan dan pembacaan koordinat hanya dilakukan pada area yang tertangkap oleh kamera dengan resolusi 280 x 640 piksel.
7. Metode pengolahan citra menggunakan algoritma HSV (*Hue, Saturation, Value*).
8. Menggunakan lampu LED untuk pencahayaan pada area kerja dengan intensitas cahaya sebesar 100 – 300 lux.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disajikan, tujuan akhir tugas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Dapat melakukan pembacaan koordinat objek pada sumbu Y dengan menggunakan algoritma *image processing* yang memanfaatkan webcam.
2. Dapat melakukan pengukuran kecepatan objek yang berjalan diatas konveyor menggunakan sistem pengukuran kecepatan tanpa kontak dengan algoritma *image processing* yang memanfaatkan webcam.
3. Mengembangkan sistem sinkronisasi antara kecepatan lengan robot dan konveyor berjalan untuk operasi *pick and place*.

Adapun manfaat tugas akhir ini adalah untuk menyelesaikan masalah pada pengukuran kecepatan konveyor. Tugas akhir ini diharapkan dapat menghasilkan sistem pengukuran kecepatan konveyor yang lebih akurat sehingga membuat operasi *pick and place* lengan robot pada konveyor berjalan lebih efektif dan efisien. Tugas akhir ini juga diharapkan dapat memperluas pengetahuan dan pemahaman mengenai teknologi robotika dan *image processing*.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika 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, menjelaskan istilah dan ilmu terkait, serta meninjau hasil penelitian terdahulu dengan topik atau kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir, meliputi gambaran umum sistem, perancangan sistem, dan perencanaan pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi pemaparan hasil pengujian yang dilakukan pada beberapa domain dan sistem, dengan memperhatikan tuntutan yang harus dicapai.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.