



Perancangan dan Fabrikasi Mekanik Sistem Konveyor Berbasis 3D Printing pada CIM Miniature Smart Factory

Tugas Akhir

Oleh:

Fito Fernando (4212201098)

**Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2026**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : “Perancangan dan Fabrikasi Mekanik Sistem Konveyor Berbasis 3D Printing pada CIM Miniature Smart Factory” adalah **hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.** Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 06 Januari 2026



Fito Fernando
NIM: 4212201098

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:

Fito Fernando (4212201098)

Tanggal Sidang: 09 Januari 2025

Disetujui oleh :


1. Diono, S.Tr. T., M.Sc
NIK: 120243



2. Ferialia Fitri, S.T., M.T
NIK: 125364



1. Fitriyanti Nakul, S.Pd., M.Si
NIK: 118197

Perancangan dan Fabrikasi Mekanik Sistem Konveyor Berbasis 3D Printing pada CIM Miniature Smart Factory

Abstrak

Perkembangan konsep smart factory sebagai bagian dari otomasi industri mendorong kebutuhan media pembelajaran yang mampu merepresentasikan sistem manufaktur terintegrasi secara nyata dalam bentuk trainer kit. Pada penelitian ini, smart factory direalisasikan sebagai CIM Miniature Smart Factory yang terdiri dari satu unit SCARA robot, satu unit arm robot, dan empat unit sistem konveyor yang berperan penting sebagai media pemindahan material antar stasiun kerja. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan sistem konveyor menggunakan teknologi 3D printing yang dilengkapi dengan sensor proximity dan sensor induktif sebagai pendukung proses pendeteksian keberadaan serta jenis material metal atau nonmetal. Metode yang digunakan meliputi perancangan komponen mekanik konveyor menggunakan perangkat lunak CAD, perancangan dudukan sensor, proses fabrikasi komponen dengan teknologi 3D printing, dan assembly mekanikal untuk memastikan kesesuaian fungsi dan struktur sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem konveyor yang dirancang mampu beroperasi secara kontinu dan stabil, dengan posisi sensor yang presisi untuk mendukung akurasi pembacaan objek. Sistem konveyor ini berhasil difabrikasi dan memenuhi spesifikasi teknis sebagai media pembelajaran pada trainer kit CIM Miniature Smart Factory untuk mendukung kegiatan praktikum dan pemahaman mahasiswa terhadap sistem otomasi industri.

Kata kunci: 3D Printing, CIM, Sensor Induktif, Sensor Proximity, Sistem Konveyor, Smart Factory, Trainer Kit

Mechanical Design and Fabrication of a 3D Printing–Based Conveyor System for a CIM Miniature Smart Factory

Abstract

The development of the smart factory concept within industrial automation drives the need for educational media that represent integrated manufacturing systems through trainer kits. In this study, a smart factory is realized as a CIM Miniature Smart Factory consisting of one SCARA robot unit, one arm robot unit, and four conveyor system units, which serve as the material transfer medium between workstations. This research aims to design and fabricate a conveyor system using 3D printing technology, equipped with proximity and inductive sensors to detect object presence and material type (metal or non-metal). The methodology includes the mechanical design of conveyor components using CAD software, the design of sensor mounts, component fabrication through 3D printing, and mechanical assembly to ensure functional and structural alignment. The test results indicate that the conveyor system operates continuously and stably, with precise sensor positioning that supports accurate object detection. The conveyor system was successfully fabricated and met the technical specifications as an educational medium for the CIM Miniature Smart Factory trainer kit, supporting practical laboratory activities and enhancing student understanding of industrial automation systems.

Keywords: 3D Printing, CIM, Inductive Sensor, Proximity Sensor, Conveyor System, Smart Factory, Trainer Kit.

Kata Pengantar

Puji syukur saya ucapkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir mengenai perancangan dan realisasi CIM Miniature Smart Factory ini dapat diselesaikan. Laporan ini disusun sebagai bentuk pertanggungjawaban ilmiah atas perancangan sistem konveyor yang difokuskan pada aspek mekanik dan perakitan menggunakan teknologi 3D printing untuk mendukung ekosistem manufaktur yang terintegrasi.

Tugas Akhir ini dikembangkan dengan tujuan untuk menghasilkan media pembelajaran yang mampu merepresentasikan sistem pemindahan material secara otomatis dan presisi. Dengan integrasi sensor proximity serta sensor induktif, sistem ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai alur kerja smart factory, khususnya dalam hal stabilitas mekanik dan akurasi pendeteksian objek. Penulis berharap hasil rancang bangun ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi pengembangan trainer kit otomasi industri dan membantu mahasiswa dalam memahami integrasi sistem mekanikal secara mendalam.

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ibu Fitriyanti Nakul atas bimbingan, arahan, serta dedikasi yang telah diberikan selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam proses fabrikasi hingga penyusunan laporan ini selesai. Kami berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang luas serta menjadi referensi yang dapat diandalkan dalam pemahaman sistem konveyor pada lingkungan smart factory.

Batam, 06 Januari 2026



Fito Fernando

DESKRIPSI UMUM

Program Pergerakan Konveyor pada CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) Miniature Smart Factory adalah bagian program pergerakan konveyor pada integrasi sistem yang dirancang untuk mengontrol dan mengotomatisasi operasi konveyor dalam lingkungan smart factory. Sistem ini mengolah data dari sensor proximity dan sensor induktif untuk mendeteksi keberadaan serta jenis material produk yang berjalan di atas konveyor. Mikrokontroler memproses data secara real-time dan mengatur pergerakan konveyor sesuai dengan logika kontrol yang telah diprogram. Miniature Smart factory dikemas dalam bentuk trainer kit yang terdiri dari 1 scara robot, 1 arm robot, dan 4 konveyor. Penggunaan konveyor dan siklus pergerakan konveyor menjadi elemen penting karena berperan dalam distribusi material antar stasiun kerja. Selain itu, bagian pada sistem konveyor mendukung integrasi dengan sistem otomatisasi lainnya dalam smart factory untuk koordinasi operasional proses produksi.

Kode Program Pergerakan Konveyor Pada CIM Miniature Smart Factory

Program ini mengatur mikrokontroler ESP32 sebagai I2C Slave yang berkomunikasi dengan perangkat Master untuk mengendalikan motor penggerak pada konveyor dan memonitor objek menggunakan sensor. Melalui komunikasi I2C, ESP32 menerima perintah untuk mengatur status pergerakan konveyor, dan menghitung objek metal atau non-metal yang melewati sensor proximity dan sensor induktif. Data yang diterima dari Master diproses dan dikirim kembali. Selanjutnya, data yang diterima oleh Master akan dikirim ke dashboard web untuk menampilkan informasi terkait jumlah objek material metal atau non metal, dan persentase OEE, sementara motor stepper bergerak berdasarkan status konveyor. Program ini juga menggunakan metode interupsi untuk membaca sensor dan menghitung objek yang terdeteksi secara real-time.

- A. Program yang diembed-kan ke ESP32 untuk pembacaan data sensor proximity dan induktif. Detail uraian program ditampilkan pada Gambar 1.

```
#include <Wire.h>
#include <Arduino.h>

#define I2C_SLAVE_ADDRESS 0x08 // Alamat I2C Slave conveyor

//pin akan dipasang paralel pada 2 motor stepper driver
#define STEP_PIN 13
#define DIR_PIN 12
#define ENABLE_PIN 14

//pin akan dipasasng paralel pada 2 motor stepper driver
#define STEP_PIN_1 25
#define DIR_PIN_1 26
#define ENABLE_PIN_1 27

//pin akan dipasang pada sensor
#define sensor_proximity_1 5
#define sensor_proximity_2 18
#define sensor_inductive 4

//inilialisasi variabel
int status_progress, set_conveyor, set_armrobot,
set_scara, object, set_object, count_metal,
count_nonmetal;
String result_todo = "";
unsigned long previous_millis, previous_millis1,
previous_millis2;

bool state_motor, stop_motor, lastread_sensorp1,
lastread_sensorp2, lastread_sensori1, is_metal;
int step_motor;
```



```

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    // Inisialisasi I2C sebagai Slave
    Wire.begin(I2C_SLAVE_ADDRESS);
    Wire.onReceive(receiveEvent);
    Wire.onRequest(requestEvent);

    //inilialisasi pin
    pinMode(STEP_PIN, OUTPUT);
    pinMode(DIR_PIN, OUTPUT);
    pinMode(ENABLE_PIN, OUTPUT);

    pinMode(STEP_PIN_1, OUTPUT);
    pinMode(DIR_PIN_1, OUTPUT);
    pinMode(ENABLE_PIN_1, OUTPUT);
    digitalWrite(DIR_PIN, LOW);

    pinMode(sensor_proximity_1, INPUT);
    pinMode(sensor_proximity_2, INPUT);
    pinMode(sensor_inductive, INPUT);

    Serial.println("ESP32 Slave Conveyor siap.");
}

void loop() {
    unsigned long current_millis = millis();

    //fungsi pertukaran data dengan esp32 I2C Master
    if (current_millis - previous_millis >= 200) {
        previous_millis = current_millis;

        //mengetahui step motor
        if(stop_motor) {
            set_conveyor = 0;
            stop_motor = false;
        }

        Serial.println("set_conveyor:      " +
String(set_conveyor));
        Serial.println("status_progress:    " +
String(status_progress));
        Serial.println("Metal: " + String(count_metal));
        Serial.println("non      Metal:      " +
String(count_nonmetal));

        result_todo = "!" + String(status_progress) +
"@ " + String(set_conveyor) +
"# " + String(set_armrobot) +
"$ " + String(set_scara) +
"% " + String(object) +
"& " + String(set_object) +
"m " + String(count_metal) +
"n " + String(count_nonmetal);

    }
}

```

```

//fungsi menjalankan motor
if((current_millis - previous_millis1 >= 1) &&
(status_progress && set_conveyor)) {
    previous_millis1 = current_millis;
    state_motor = !state_motor;

    digitalWrite(STEP_PIN, state_motor);
    digitalWrite(STEP_PIN_1, state_motor);

    if(state_motor == true) {
        step_motor += 1;
    }
}

//fungsi membaca sensor dengan pendekatan metode
interupsi
if(current_millis - previous_millis2 >= 20) {
    if((digitalRead(sensor_proximity_1) == HIGH &&
lastread_sensorp1 == LOW) && set_conveyor == 0) {
        set_conveyor = 1;
    }
    else if(digitalRead(sensor_inductive) == HIGH &&
lastread_sensori1 == LOW) {
        is_metal = true;
    }
    else if((digitalRead(sensor_proximity_2) == HIGH &&
lastread_sensorp2 == LOW) && set_conveyor == 1) {
        set_conveyor = 0;
        if(is_metal) {
            count_metal += 1;
        }
        else {
            count_nonmetal += 1;
        }
    }
}

lastread_sensorp1 = digitalRead(sensor_proximity_1);
lastread_sensorp2 = digitalRead(sensor_proximity_2);
lastread_sensori1 = digitalRead(sensor_inductive);

}

}

//fungsi menerima data dari master
void receiveEvent(int bytes) {
    String receivedData = "";
    while (Wire.available()) {
        char c = Wire.read();
        receivedData += c;
    }

    Serial.println("Data diterima di Slave 1: " +
receivedData);
}

```

```

//fungsi parsing data dan mengambil data angka
    findNumber(receivedData.indexOf('!'), receivedData,
status_progress);
    findNumber(receivedData.indexOf('@'), receivedData,
set_conveyor);
    findNumber(receivedData.indexOf('#'), receivedData,
set_armrobot);
    findNumber(receivedData.indexOf('$'), receivedData,
set_scara);
    findNumber(receivedData.indexOf('%'), receivedData,
object);
    findNumber(receivedData.indexOf('&'), receivedData,
set_object);
    findNumber(receivedData.indexOf('m'), receivedData,
count_metal);
    findNumber(receivedData.indexOf('n'), receivedData,
count_nonmetal);

    if(status_progress == 3) {
        ESP.restart(); //restart esp32
    }
}

//fungsi metode parsing data
void findNumber(int idx, String raw_data, int &store_data)
{
    store_data = 0;
    if (idx != -1) {
        int i = idx + 1;

        while (i < raw_data.length() &&
isDigit(raw_data.charAt(i))) {
            store_data = store_data * 10 + (raw_data.charAt(i) -
'0');
            i++;
        }
    }
}

//fungsi trigger event menerima balasan dari master
void requestEvent() {
    Wire.write((uint8_t *)result_todo.c_str(),
result_todo.length());
    Wire.write('\0');
    Serial.println("Balasan dikirim ke Master: " +
result_todo);
}

```

Gambar 1 Program Pergerakan Konveyor

B. Tampilan Dashboard

Dashboard Smart Factory Control System (Gambar 2) ini menampilkan berbagai fitur pemantauan dan kontrol berbasis IoT pada proses produksi dengan sistem konveyor. Salah satu fitur utamanya adalah kemampuan memilah objek berdasarkan kategori metal dan nonmetal menggunakan sensor. Data hasil pemilahan ditampilkan dalam bentuk visualisasi grafik, termasuk jumlah total objek yang diproses serta kualitas output (Pass atau NG).

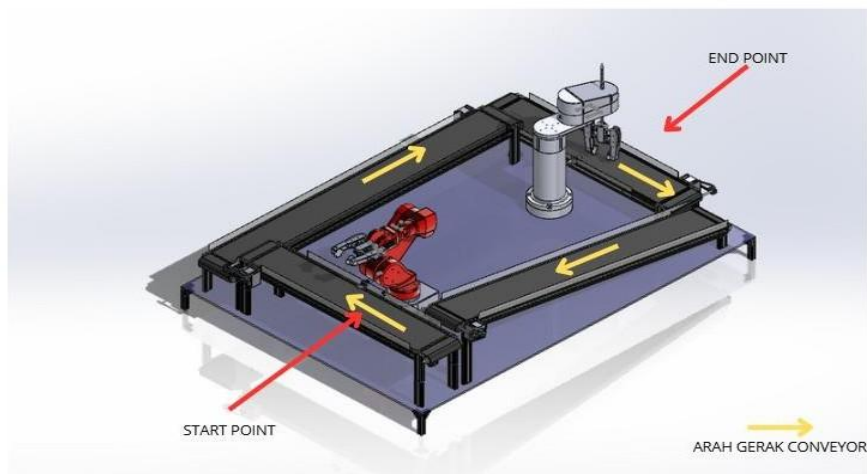


Gambar 2 Tampilan Dashboard Monitoring dan Kontrol

C. Tampilan *Mechanical Design* Smart Factory

Perancangan mekanik miniatur Smart Factory ini mengintegrasikan satu unit SCARA robot, satu unit arm robot, dan empat unit konveyor yang disusun sebagai sebuah trainer kit terintegrasi untuk mendukung media pembelajaran otomasi industri. Tahap awal pengembangan dilakukan melalui pemodelan tiga dimensi menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* untuk menjamin presisi serta integrasi antarkomponen yang terdiri dari dua unit konveyor berukuran 160x10 cm dan dua unit berukuran 100x10 cm. Seluruh struktur konveyor menggunakan aluminium profile sebagai kerangka statis, sementara mekanisme geraknya mengandalkan motor DC untuk memutar roller hasil 3D printing yang menggerakkan belt berbahan kulit sintetis. Pada sisi jalur konveyor, dirancang peletakan sensor induktif dan proximity yang dilengkapi dengan *bracket* kustom untuk menjaga stabilitas posisi serta akurasi deteksi terhadap objek material logam (metal) maupun non-logam.

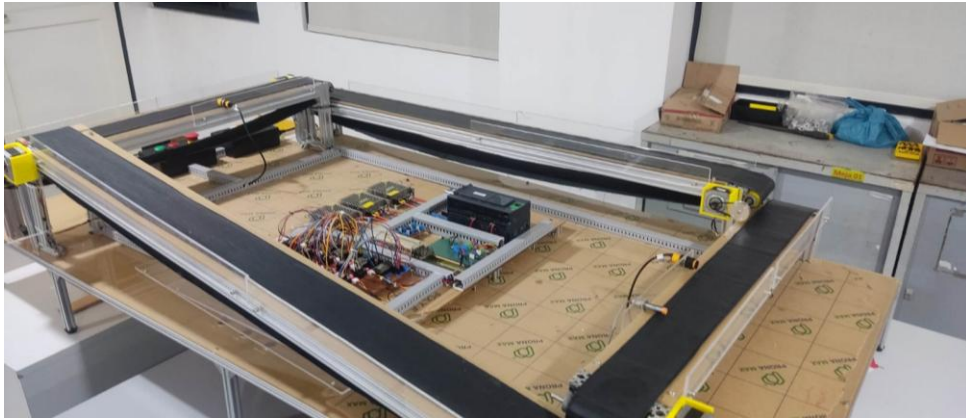
Sistem ini menggunakan SCARA dan arm robot sebagai dengan struktur fisik berbahan filamen 3D printing yang digerakkan oleh stepper motor untuk menghasilkan akurasi posisi tinggi. Mekanisme pengambilan objek pada ujung lengan robot menggunakan gripper berbasis servo motor yang memungkinkan pergerakan penjepitan yang presisi guna mendemonstrasikan proses material handling. Penempatan sensor yang terintegrasi pada kerangka aluminium profile ini dirancang untuk memungkinkan akuisisi data yang kemudian diproses oleh sistem kontrol. Melalui konfigurasi ini, miniatur tersebut dikembangkan sebagai sarana praktikum guna memfasilitasi pemahaman mahasiswa mengenai integrasi perangkat keras dan alur logika kendali pada sistem otomasi industri.



Gambar 3 Mechanical Design Smart Factory

D. Tampilan perangkat uji untuk Smart Factory

Pengujian program pergerakan konveyor pada CIM Miniature Smart Factory ditampilkan pada Gambar 4.



**Gambar 4 Tampilan Set-up Pengujian Perangkat Konveyor
pada CIM Miniature Smart Factory**

HALAMAN DJKI - Program Pergerakan Konveyor pada CIM Miniature Smart Factory

The screenshot shows the DJKI page for the 'Program Pergerakan Konveyor pada CIM Miniature Smart Factory'. The page is titled 'Pangkalan Data Kekayaan Intelektual' and includes a search bar and navigation tabs. The main content area displays the following information:

Nomor Pencatatan	Tgl. Pencatatan	Status
000907787	2025-04-14	Diterima

Program Pergerakan Konveyor pada CIM Miniature Smart Factory

Nomor Permohonan	Tanggal Permohonan
EC002025067526	2025-06-16

Tanggal Pertama Kali Diumumkan: 2025-04-14
Tanggal Berakhir Masa Pelindungan: -

Uraian Ciptaan

Program Pergerakan Konveyor pada CIM (Computer Integrated Manufacturing) Miniature Smart Factory adalah bagian program pergerakan konveyor pada integrasi sistem yang dirancang untuk mengontrol dan mengotomatisasi operasi konveyor dalam lingkungan smart factory. Sistem ini mengolah data dari sensor proximity dan sensor induktif untuk mendeteksi keberadaan serta jenis material produk yang berjalan di atas konveyor. Mikrokontroler memproses data secara real-time dan mengatur pergerakan konveyor sesuai dengan logika kontrol yang telah diprogram. Miniature Smart factory dikemas dalam bentuk trainer kit yang terdiri dari 1 skala robot, 1 arm robot, dan 4 konveyor. Penggunaan konveyor dan siklus pergerakan konveyor menjadi el...

Permohonan dengan nama pemilik yang sama dengan Politeknik Negeri Batam

- Markus Journey (Diterima) EC00202392163
- Aplikasi Mobile Pusat Layanan Informasi Warga Terpadu (Diterima) EC00202392166
- Project Pembuatan Hopper Injection Molding Kapasitas 10 Kg (Diterima) EC00202392168
- Vektor Gaya (Penguraian Vektor) (Diterima) EC00202392169
- Hukum Newton 1 (Diterima) EC00202391219

HALAMAN DJKI – Dashboard Kontrol dan Monitoring OEE pada CIM Miniature Smart Factory

The screenshot shows the DJKI page for the 'Dashboard Kontrol dan Monitoring OEE pada CIM Miniature Smart Factory'. The page is titled 'Pangkalan Data Kekayaan Intelektual' and includes a search bar and navigation tabs. The main content area displays the following information:

Nomor Pencatatan	Tgl. Pencatatan	Status
000907782	2025-04-14	Diterima

Dashboard Kontrol dan Monitoring OEE pada CIM Miniature Smart Factory

Nomor Permohonan	Tanggal Permohonan
EC002025067521	2025-06-16

Tanggal Pertama Kali Diumumkan: 2025-04-14
Tanggal Berakhir Masa Pelindungan: -

Uraian Ciptaan

Dashboard Kontrol dan Monitoring OEE pada CIM Miniature Smart Factory merupakan program aplikasi berbasis web yang dirancang untuk mengontrol dan memantau sistem smart factory secara real-time guna meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam proses manufaktur. Dashboard ini berfokus pada pemantauan OEE (Overall Equipment Effectiveness) yang mencakup availability rate (AR), performance rate (PR), dan quality rate (QR) sebagai indikator utama efektivitas produksi. Fitur utamanya meliputi kontrol sistem smart factory dengan tombol start, stop, reset, serta sensor proximity dan induktif untuk membedakan benda logam dan non-logam. Selain itu, dashboard ini dilengkapi dengan status koneksi IP, monitoring jumlah produk berd...

Permohonan dengan nama pemilik yang sama dengan Politeknik Negeri Batam

- AI Dan Masa Depan Pengambilan Keputusan Organisasi (Diterima) EC002025187558
- Buku Pendampingan Aplikasi Pajak dan Keuangan (Diterima) EC002025187559
- Bunga Rampai Siklus Pengeluaran Dan Penerimaan (Hasil Survei Sistem Informasi Akuntansi-Studi Kasus Industri Di Batam) Edisi Pengeluaran (Diterima) EC002025187564
- Digitalisasi Pengelolaan Pergudangan: Warehouse Management System (WMS) (Diterima) EC002025187565