

---

## **TRAINER KIT MATERIAL HANDLING CRANE SEBAGAI MODEL PEMBELAJARAN OTOMASI INDUSTRI**

**Ratnanto Fitriadi<sup>1\*</sup>, Wahyu Dwi Nugroho<sup>2</sup>, Arif Reza Basirun<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Puslogin, Pusat Studi Logistik dan Optimisasi Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta,

<sup>2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A Yani Tromol Pos I Pabelan, Surakarta.

\*Email: ratnanto.fitriadi@ums.ac.id

### **Abstrak**

*Teknologi sistem kontrol telah berkembang sangat pesat dimana metode konvensional berganti ke arah otomasi terutama pada suatu proses perpindahan material yang berulang-ulang. Crane adalah salah satu material handling yang sering digunakan pada aktivitas perpindahan material baik dalam skala industri maupun non industri. Dengan pendekatan Rapid Prototyping untuk membentuk sebuah produk dengan cara yang cepat dengan integrasi antara system CAD (Computer Aided Design) dan mesin dengan system Rapid Prototyping (3D Printer). Hasil penelitian ini adalah alat trainer material handling crane yang berfungsi sebagai model pembelajaran Otomasi Industri. Material handling crane dengan sistem gerak menggunakan motor stepper dan motor servo, serta sistem kontrol diatur oleh Arduino mega. Trainer kits ini dinyatakan layak untuk pembelajaran setelah memenuhi kriteria di pengujian dan sesuai dengan tingkat ketelitian yang diharapkan, selanjutnya modul pembelajaran dengan skenario sekuensial loading dan unloading box menjadi pelengkapannya.*

**Kata kunci:** *material handling crane, otomasi industri, rapid prototyping, trainer kits*

## **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan sistem otomasi industri dimulai pada abad ke-20, dimana sebagian besar perusahaan yang bergerak di industri manufaktur dituntut untuk dapat melakukan otomasi pada sistem produksi demi tercapainya aktivitas produksi yang aman dan efisien secara berkelanjutan. Otomasi adalah suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik, dan komputer didasarkan pada sistem untuk beroperasi dan mengendalikan produksi (Bagus dan Kholil, 2015).

Berkembangnya teknologi pada era modern saat ini mengakibatkan kebutuhan akan memindahkan suatu produk maupun part dengan beban yang berat dari satu tempat ke tempat yang lain menjadi aktivitas yang sangat penting. Crane adalah salah satu material handling yang sering digunakan pada aktivitas perpindahan material baik dalam skala industri maupun non industri.

*Rapid Prototyping* menjadi sangat populer setelah berkembangnya teknologi CAD (Computer Aided Design) dan CAM (Computer Aided Manufacturing). Teknologi CAD mampu memudahkan proses slicing atau pengirisan layer-layer pada objek yang akan dibentuk menggunakan metode *Rapid Prototyping*. *Rapid Prototyping* adalah suatu teknik yang digunakan untuk membentuk sebuah produk dengan cara yang cepat dengan integrasi antara *system CAD (Computer Aided Design)* dan mesin dengan *system Rapid Prototyping (3D Printer, CNC)* (Andhy dan Wahyudi, 2017).

Mata kuliah otomasi industri saat ini sudah ditunjang dengan peralatan yang cukup mumpuni didukung dengan sistem kendali PLC (*Programmable Logic Controller*). Namun seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini muncul sistem kendali dengan teknologi *micro* yang biasa disebut dengan *microcontroller*. *Arduino* adalah salah satu *microkontroler* yang populer digunakan saat ini. Fleksibilitas dan kemudahan *Arduino* mendukung munculnya ide – ide baru didunia *robotic* maupun *prototyping*.

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk membuat *trainer kits material handling crane* dengan metode *Rapid Prototyping*, menggunakan sistem kendali berbasis *Arduino*. Hasil dari penelitian ini adalah pembuatan alat dan modul pembelajarannya

## 2. METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan pendekatan metode *Rapid Prototyping* dengan teknik *Fused Deposition Modeling* (FDM) atau *3D Printer*, untuk membuat *trainer kit material handling crane* sistem kendali *Arduino*.

### 2.1 Alur dalam Penelitian

#### 2.1.1 Observasi dan Pengumpulan Data

Studi pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk mendukung penelitian. Studi pendahuluan yang dilakukan peneliti dibagi menjadi dua bentuk yaitu studi literatur, dan studi lapangan.

Studi literatur diawali dengan memahami karakteristik maupun tingkat kesulitan dari desain *Part – part* yang akan dibuat, desain didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti lain sehingga perlu dilakukan pemahaman terlebih dahulu.

Studi lapangan digunakan untuk mendapatkan informasi yang mendukung pembuatan *trainer crane* sistem kendali *Arduino*, dengan melakukan *benchmarking* dan mempertimbangkan alat-alat yang tersedia di laboratorium otomasi industri, laboratorium teknik industri maupun di pasaran.

#### 2.1.2 Perancangan dan Pembuatan

Proses perancangan ini mengklasifikasikan data-data berdasarkan hasil *benchmarking* dimana perancangan diklasifikasikan dalam 3 bagian, yaitu konstruksi, sistem gerak dan sistem kontrol. perancangan *material handling crane* otomatis menggunakan aplikasi *SolidWork*.

Pada proses pembuatan ini dilakukan realisasi dari desain yang telah didapatkan dari proses *benchmarking* perancangan alat, untuk dibuat alat *trainer kit material handling crane*. Proses pembuatan sebagian komponen utama dikerjakan dengan *Rapid Prototyping* yaitu teknik *Fused Deposition Modeling* (FDM) atau *3D Printer*.

Tahapan selanjutnya adalah membuat program agar alat dapat bekerja secara skematis dengan bantuan sensor *ultrasonic* sebagai pengganti manusia sebagai operator sesuai dengan prinsip otomasi industri.

#### 2.1.3 Pengujian

Setelah dilakukan pembuatan *prototype* maka selanjutnya dilakukan uji coba dari sisi alat maupun program yang telah dibuat, apakah sudah berfungsi sebagaimana mestinya.

#### 2.1.4 Analisa

Analisa dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari *trainer kit material handling crane* setelah dilakukan pembuatan. Analisa diperlukan untuk mengetahui hal – hal apa saja yang menjadi nilai tambah dari *trainer kit material handling crane*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah produk *trainer material handling crane* yang akan digunakan sebagai media pembelajaran di laboratorium otomasi industri. Komponen – komponen penyusun produk pada penelitian ini merupakan referensi dari penelitian tersebut, gambar 1 menunjukkan desain alat.

### 3.1 Desain/ Perancangan Alat

#### Perancangan Konstruksi

Pada sistem Konstruksi terdiri dari beberapa komponen, diantaranya 4 *aluminium profile* 40cm, 4 *aluminium profile* 30cm, 8 buah siku penyambung dan Papan kayu. *Aluminium profile* yang digunakan berdimensi dan berjenis *aluminium alloy* 6063-T6. Siku digunakan sebagai penyambung antara tiang konstruksi. Siku yang digunakan berdimensi 20mm x 20mm berbahan *aluminium alloy* 6063-T6. Papan kayu digunakan sebagai alas dari *trainer kit model material handling crane*. Dimensi alas memiliki tebal 30mm dan dimensi 500mm x 500mm.

#### 3.2 Perancangan Sistem Gerak

Perancangan pada sistem penggerak disesuaikan dengan motor penggerak yang digunakan, dimana motor yang digunakan merupakan *motor stepper* DC yang nilai rating diberikan dalam langkah per putaran (*steps per revolution*). Pada perancangan sistem gerak dibagi dalam 3 gerakan sebagai berikut:

- a. Rancangan Penggerak Arah Maju-Mundur

---

Pada perancangan ini terdapat 38 *part*. Untuk *part* yang dibeli diantaranya 6 baut L 36mm, 6 *wheel*, 12 *ring*, 2 *pulley*, 2 *motor stepper dc*, 4 baut pengunci *cover*. Sedangkan *part* yang dapat dibuat menggunakan teknik *rapid prototyping* diantaranya 2 *Part A Back and Forth*, 2 *Part B Back and Forth* dan 2 *Cover Motor*.

b. Rancangan Penggerak Arah Kanan-Kiri

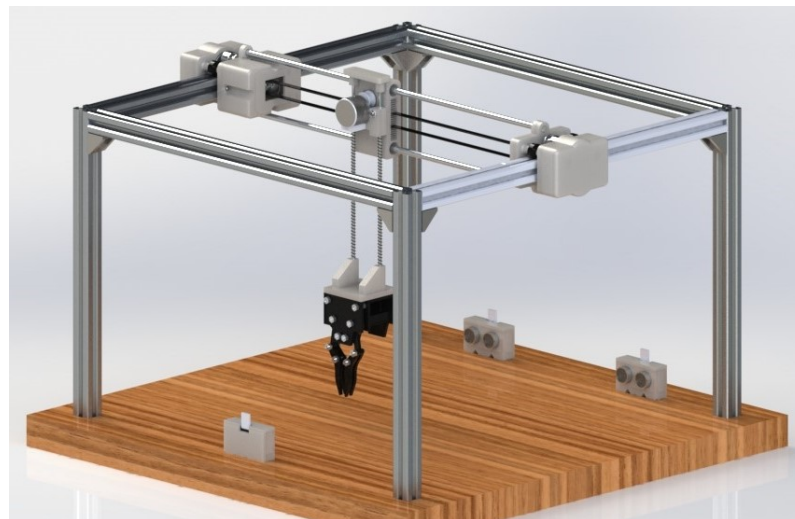
Pada perancangan ini terdapat 15 *part*. Untuk *part* yang dibeli diantaranya 1 *motor stepper DC*, 1 *pulley*, 2 baut pengunci, 1 gulung *belt*, 1 *fix pulley*, 2 *linier motion rod* dan 2 *smooth rod* 6mm sepanjang 400mm. Sedangkan *part* yang dapat dibuat dengan teknik *rapid prototyping* diantaranya 1 *stand cover motor*, 1 *middle motion*, 2 *gripper belt*, dan 1 *stand pulley fix*.

c. Rancangan Penggerak Arah Naik-Turun.

Pada perancangan ini terdapat 12 *part*. Untuk *part* yang dibeli diantaranya 2 *smooth rod* 3mm, 2 baut pengunci, 1 *motor stepper DC*, 2 *spacer*, 1 gulung *rope* dan 1 buah *gripper*. Sedangkan *part* yang dapat dibuat dengan teknik *rapid prototyping* diantaranya 1 *holder up*, 1 *Rope Pulley*, dan 1 *holder down*.

### 3.3 Perancangan Sistem Kontrol

Pada tahap perancangan dibuat menggunakan aplikasi *SolidWork*. Perancangan *trainer material handling crane* diklasifikasikan dalam 3 bagian yaitu konstruksi, sistem gerak dan sistem kontrol. Gambar 2 merupakan rancangan *trainer kit material handling crane*.



Gambar 1. Desain Alat

Konsep dari rancangan *traine kit material handling crane* tersebut adalah untuk mensimulasikan aktivitas pemindahan benda pada *sistem overhead crane* dengan bantuan 3 buah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik berfungsi sebagai kontrol pada proses loading dan unloading. Sistem kerja dari trainer ini adalah apabila ultrasonik 1 mendeteksi benda berada didepanya maka *crane* akan menghampiri dan mengambil benda tersebut, selanjutnya benda yang telah diambil akan dibawa menuju ultrasonik 1 atau ultrasonik 2 tergantung area mana yang kosong, namun apabila tidak ada area yang kosong maka *crane* akan berada pada posisi *stand by*.

### 3.4 Pembuatan Alat

Pembuatan komponen dilakukan dengan metode *Rapid Prototyping* menggunakan 3D Printer dengan spesifikasi *Prusa i3*. Printer tersebut dikendalikan melalui *software Repetier Host*. Berikut ini adalah langkah – langkah menggunakan *Repetier Host* dalam melakukan *printing* komponen.

Membuka *software Repetier Host*.

Membuka *file 3D* yang sebelumnya telah dirancang dan disimpan pada format .STL melalui **File – Load – Pilih file - Open**.

Mengatur posisi *object* untuk memudahkan proses *printing* melalui tab **Object Placement – Rotate Object – Mengubah sumbu x, y, z** sehingga didapatkan posisi yang tepat.

Melakukan *Slicing* untuk mendapatkan *g-code* sebagai komunikasi yang akan dikirim *Retier Host* menuju *3D Printer* melalui tab **Slicer – Pilih CuraEngine – Slice with CuraEngine**.

Memulai proses *printing* komponen melalui tab **Print preview – Print**.

Tabel 1 berikut ini merupakan aktivitas produksi menggunakan metode *rapid prototyping* menggunakan *3D printer*.

**Tabel 1. Data Hasil Printing**

| Part                             | Layer | Filament | Waktu    | Jumlah | Layer | Total Filament (mm) | Waktu    |
|----------------------------------|-------|----------|----------|--------|-------|---------------------|----------|
| Case sensor A                    | 60    | 3406     | 01:03:18 | 3      | 180   | 10218               | 03:09:54 |
| Case sensor B                    | 75    | 2807     | 00:57:35 | 3      | 225   | 8421                | 02:52:45 |
| Cover Motor                      | 100   | 11667    | 03:34:12 | 2      | 200   | 23334               | 07:08:24 |
| Gripper Belt                     | 48    | 835      | 00:15:50 | 2      | 96    | 1670                | 00:31:40 |
| Holder Down                      | 140   | 7915     | 02:26:46 | 1      | 140   | 7915                | 02:26:46 |
| Holder Up                        | 80    | 3837     | 01:10:26 | 1      | 80    | 3837                | 01:10:26 |
| Middle Motion Part A             | 155   | 16518    | 05:04:55 | 1      | 155   | 16518               | 05:04:55 |
| Back And Forth Part B            | 63    | 7395     | 02:17:12 | 2      | 126   | 14790               | 04:34:24 |
| Back And Forth Rope Pulley Stand | 45    | 507      | 00:09:36 | 1      | 45    | 507                 | 00:09:36 |
| Cover Motor Stand                | 180   | 18454    | 05:48:16 | 1      | 180   | 18454               | 05:48:16 |
| Pulley Fix                       | 125   | 8609     | 02:38:58 | 1      | 125   | 8609                | 02:38:58 |
| Total                            |       |          |          | 20     | 1676  | 125733              | 39:09:48 |

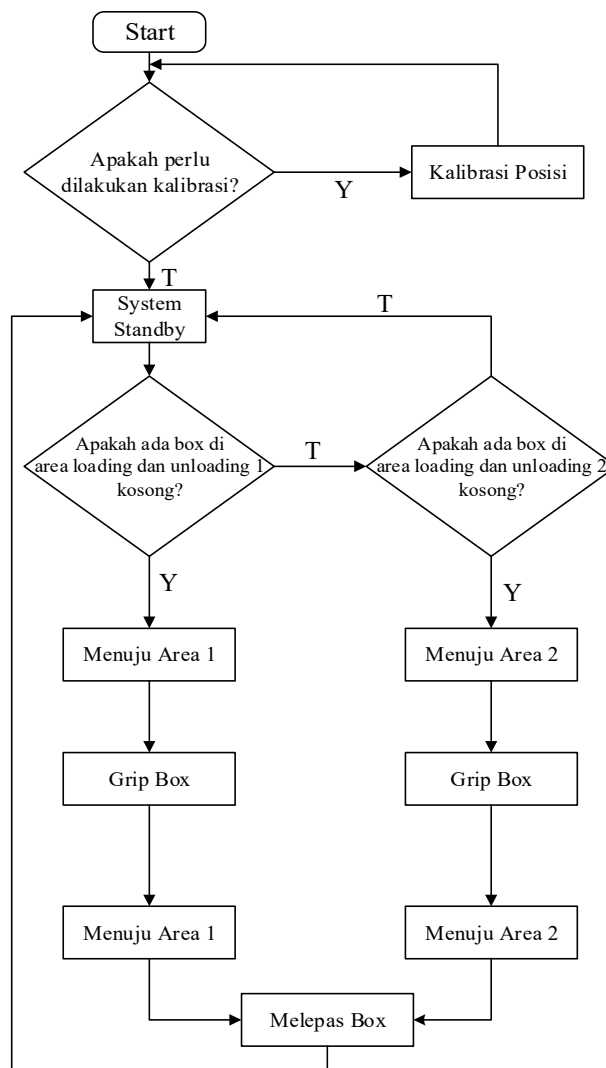
### 3.5 Operation Procces Chart

OPC atau *operation process chart* dibuat untuk mengetahui proses maupun operasi yang dilakukan dalam pembuatan *trainer material handling crane*. OPC menampilkan informasi mengenai bagaimana suatu komponen dibuat termasuk urutan *assembly* atau perakitannya. Pada tahap ini langkah pertama yang dilakukan adalah mengkonversi file dari bentuk .sldprt menjadi file berformat .stl. Tujuannya adalah agar dapat dibaca *software repetier host*. Langkah berikutnya

adalah melakukan *slicing* atau *generate gcode* yang akan digunakan pada proses *printing*. *Slicing* dilakukan menggunakan *software repetier host* dengan konfigurasi *curaengine*. *G-code* yang telah didapat akan dibaca *software* pada proses *printing*. Langkah berikutnya adalah melakukan *finishing* pada *part* dan terakhir akan dilakukan inspeksi untuk mengetahui apakah komponen yang telah dibuat sesuai dengan desain yang diinginkan.

### 3.6 Perancangan Diagram Skuensial Aliran Proses

Pada saat program dihidupkan terdapat opsi untuk melakukan kalibrasi posisi atau tidak, kalibrasi posisi ini bertujuan untuk mereset titik *crane* pada X sama dengan nol, Y sama dengan nol, dan Z sama dengan nol. Langkah berikutnya adalah sistem akan berada pada kondisi stand by menunggu *sensor* pada area *loading* mendeteksi adanya *box* yang datang. *Box* yang datang pada area *loading* akan terdeteksi *sensor* ultrasonik, *sensor* tersebut akan memerintahkan *crane* menuju titik area *loading* dan melakukan pengambilan barang dengan menjepit *box* tersebut. *Sensor* pada area *unloading* 1 dan 2 akan memberitahukan area mana yang dapat dilakukan *unloading box*, apabila area *unloading* 1 masih terdapat *box* maka *crane* akan menuju ke area *unloading* 2, namun apabila area *unloading* 1 maupun 2 masih terdapat *box* maka *crane* akan menunggu hingga salah satu dari kedua tempat tersebut kosong. Setelah proses *unloading* selesai, maka *crane* akan menuju titik X sama dengan nol, Y sama dengan nol, dan Z sama dengan nol untuk kembali pada posisi *stand by* kembali. Proses kalibrasi harus dilakukan kembali apabila posisi *stand by crane* berubah dari titik awal atau tidak sama dengan nol pada sumbu X, Y, dan Z, alur sekuensial bisa dilihat pada gambar 2.



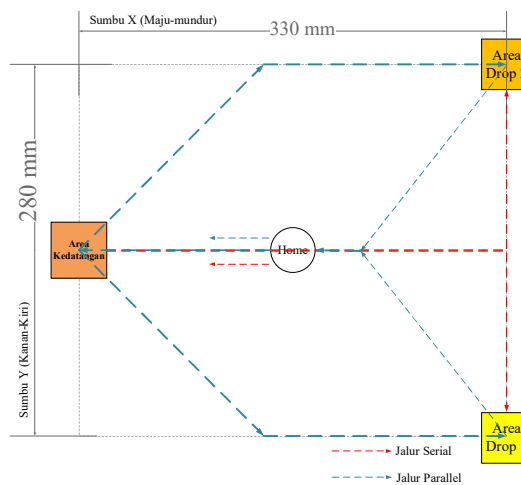
## Gambar 2. Skuensial Aliran Proses

### 3.7 Pengujian Alat

Proses pengujian kecepatan motor dilakukan untuk mengetahui perbandingan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan oleh perhitungan dengan hasil pengujian aktual (pengukuran) pada tabel 2 dan gambar 3 jalur gerakan *crane*. Hal ini didasarkan pada pengujian waktu tempuh pada tabel 3 dan tabel 4 tingkat ketelitian sensor.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Kecepatan Aktual Motor Stepper**

|         | Perhitungan | Aktual     |
|---------|-------------|------------|
| Sumbu X | 12.50 mm/s  | 11.56 mm/s |
| Sumbu Y | 12.50 mm/s  | 11.06 mm/s |
| Sumbu Z | 12.50 mm/s  | 11.70 mm/s |



**Gambar 3. Jalur Pergerakan Crane**

**Tabel 3. Hasil Pengujian Aktual Waktu Tempuh**

|                | Perhitungan | Aktual 1 | Aktual 2 | Aktual 3 | Rata - rata |
|----------------|-------------|----------|----------|----------|-------------|
| Sumbu X 365 mm | 29.06 s     | 31.57 s  | 31.72 s  | 31.45 s  | 31.58 s     |
| Sumbu Y 280 mm | 24.20 s     | 25.56 s  | 25.11 s  | 25.24 s  | 25.30 s     |
| Sumbu Z 140 mm | 11.14 s     | 11.84 s  | 12.03 s  | 11.88 s  | 11.91 s     |

**Tabel 4. Pengujian Tingkat Ketelitian**

|         | Perhitungan | Aktual  |
|---------|-------------|---------|
| Sumbu X | 0.58875 mm  | 0.66 mm |
| Sumbu Y | 0.58875 mm  | 0.65 mm |
| Sumbu Z | 0.58875 mm  | 0.68 mm |

Sistem akan berada pada kondisi *stand by* menunggu *sensor* pada area *loading* mendeteksi adanya *box* yang datang. *Box* yang datang pada area *loading* akan terdeteksi *sensor* ultrasonik, *sensor* tersebut akan memerintahkan *crane* menuju titik area *loading* dan melakukan pengambilan barang dengan menjepit *box* tersebut. *Sensor* pada area *unloading* 1 dan 2 akan memberitahukan area mana yang dapat dilakukan *unloading* *box*, apabila area *unloading* 1 masih terdapat *box* maka *crane* akan menuju ke area *unloading* 2, namun apabila area *unloading* 1 maupun 2 masih terdapat

---

*box* maka *crane* akan menunggu hingga salah satu dari kedua tempat tersebut kosong. Setelah proses *unloading* selesai, maka *crane* akan menuju titik X sama dengan nol, Y sama dengan nol, dan Z sama dengan nol untuk kembali pada *posisi stand by* kembali.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses *benchmarking* menghasilkan sebuah rancangan *trainer kit material handling crane* dengan sistem kerja seperti *fix crane*, dimana sistem penggeraknya menggunakan *motor stepper* dan *motor servo*, kemudian sistem kontrolnya menggunakan *Arduino mega*.
2. Proses pembuatan komponen alat, dengan menggunakan metode *rapid prototyping* dapat dilakukan pada 12 komponen dan membutuhkan waktu pengerjaan 39 jam untuk filamen sebanyak 125.733 mm.
3. Hasil pengujian mempunyai selisih yang sangat kecil dengan perhitungan perancangan (kurang dari 3%), serta hasil penelitian dilengkapi dengan modul yang sangat membantu pembelajaran otomasi industri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggono, A.D. 2018. *Teknologi CAD/CAM/CAE dan Rapid Prototyping dalam Industri Manufaktur*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Applicad. 2014. *Mengenal Solidworks*. [Http://Applicadindonesia.com](http://applicadindonesia.com). Diakses pada 2 Desember 2018 (15:33).
- Asnawi dan Wijaya. 2008. *Metodologi Penelitian Keuangan, Prosedur, Ide, dan Kontrol. Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Budi Kho. 2018. *Pengertian Benchmarking (Tolok Ukur) dan Jenis-Jenisnya*. [Https://ilmumanajemenindustri.com](https://ilmumanajemenindustri.com). (2016). Diakses pada 2 Desember 2018 (20:06).
- Bagus, A., dan Kholil, M. 2015. Sistem Otomasi Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Dengan Metode Spc Pada Line Finishing, 3(3), 141–149. Retrieved from [journal.untar.ac.id/index.php/industri/article/view/465](http://journal.untar.ac.id/index.php/industri/article/view/465).
- Limantara, A. D., Cahyo, Y., Purnomo, S., dan Mudjanarko, S. W. 2017. Pemodelan Sistem Pelacakan LOT Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan Internet Of Things (IOT) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*. 1(2) :1–10.
- Rinanto, A., dan Sutopo, W. 2017. Perkembangan Teknologi Rapid Prototyping: Study Literatur. *Jurnal Metris*. 18 (2017) : 105–112. Retrieved from <http://ojs.atmajaya.ac.id/index.php/metris>