

Perancangan Sistem Pengisian dan Pembacaan Data Informasi Benda Kerja pada *Flexible Manufacturing System* dengan Memanfaatkan Teknologi *Radio Frequency Identification*

Anggoro Prasetyo Utomo^{#1}, Ari Setiawan^{#2}, Frendy Z. Gunarto^{#3}

[#]Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Jalan Dipatiukur No. 80-84, Bandung, Indonesia 40132

¹Anggoro@ithb.ac.id

²ari_setiawan@ithb.ac.id

³frendygzg@live.com

Abstract— *Flexible Manufacturing System (FMS) is a manufacturing system consists of Computerized Numerical Control (CNC) machines which are integrated with computer-controlled material handling systems. CNC machine is equipped with a pallet buffer for storing work piece waiting to be processed, while another is being processed inside the machining room. The equipment to replace the work piece from the buffer to the machining room, is Automatic Pallet Changer (APC). CNC machine is also equipped with Automatic Tool Changer (ATC). ATC helps changing the cutting tools automatically in each operation. Work pieces have two surfaces to process, each surface is processed in several operations in one stage. For processing the workpiece, the automatic storage and retrieval system (AS/RS) requires information such as part number, number of stages, number and sequence of operation, operation time and type of cutting tool needed. The purpose of this study is to design system for reading and writing product data information in the FMS, using Radio Frequency Identification (RFID) technology. RFID Reader will be placed on loading/unloading station, stacker crane, pallet stocker, CNC machine and buffer per machine, while RFID tag will be placed on pallets. Thus RFID reader will read RFID tag containing unique identity (UID) which will be connected with part number, number of stages, number and sequence of machining operation, operation time, type of cutting tool and location in real-time. This data will be used by stacker crane to deliver the work piece according to its purpose.*

Keywords— *radio frequency identification, RFID, flexible manufacturing system, FMS, CNC machine.*

Abstrak— *Flexible Manufacturing System (FMS) adalah sistem manufaktur yang tersusun dari mesin-mesin Computerized Numerical Control (CNC) yang terintegrasi dengan sistem penanganan material yang dikendalikan oleh komputer. Mesin CNC dilengkapi sebuah buffer untuk menyimpan benda kerja yang menunggu untuk diproses, sementara sebuah pekerjaan sedang diproses di dalam mesin. Proses penggantian benda kerja dari buffer ke ruang mesin dilakukan menggunakan Automatic Pallet Changer (APC). Mesin CNC juga dilengkapi dengan Automatic Tool Changer (ATC), yaitu alat yang dapat mengganti perkakas potong secara otomatis. Data status pekerjaan merupakan hal terpenting agar FMS dapat beroperasi tanpa awak. Sistem penanganan material berupa automatic storage and*

retrieval system (AS/RS) akan bekerja secara otomatis berdasarkan informasi berupa: part number, jumlah stage, jumlah dan urutan operasi, waktu operasi dan jenis perkakas potong mana saja yang diperlukan. Informasi ini tersimpan sebagai data produk dan melekat pada benda kerja. Pada penelitian ini akan dirancang sistem pengisian dan pembacaan data informasi benda kerja menggunakan teknologi Radio Frequency Identification (RFID). Rancangan dikembangkan menggunakan RFID reader yang diletakkan pada loading/unloading station, stacker crane, pallet stocker, mesin CNC dan buffer tiap mesin. RFID tag akan diletakkan pada setiap pallet. Dengan demikian RFID reader akan membaca RFID tag yang berisi unique identity (UID) yang akan dihubungkan dengan part number, lengkap dengan informasi jumlah stage, jumlah dan urutan operasi pemrosesan, waktu operasi, jenis perkakas potong, serta lokasi secara real-time. Data ini selanjutnya akan digunakan oleh stacker crane untuk mengantar benda kerja sesuai dengan tujuannya.

Kata Kunci— *radio frequency identification, RFID, flexible manufacturing system, FMS, mesin CNC.*

I. PENDAHULUAN

Industri 4.0 adalah fenomena yang unik apabila dibandingkan dengan tiga revolusi industri sebelumnya [1]. Industri 4.0 menjadikan proses produksi berjalan dengan internet sebagai landasan utama. Semua objek di fasilitas perangkat teknologi yang dilengkapi sensor dan mampu berkomunikasi sendiri dengan sistem teknologi informasi [2].

Flexible Manufacturing System (FMS) merupakan sistem manufaktur otomatis dengan volume dan variasi produk level menengah yang dikontrol oleh komputer [3]. Sistem manufaktur fleksibel (*Flexible Manufacturing System* atau FMS) memiliki ciri, antara lain memiliki kemampuan untuk melakukan proses lebih dari satu, atau disebut juga *process flexibility*, dan kemampuan untuk melakukan sebuah proses pada berbagai mesin, atau disebut *routing flexibility* [4]. Walaupun demikian, investasi peralatan FMS lebih besar dibandingkan mesin konvensional.

Pada penelitian Setiawan dkk. [5] FMS terdiri dari empat mesin CNC yang disertai dengan sistem penanganan material.

Perancangan Sistem Pengisian dan Pembacaan Data Informasi Benda Kerja pada *Flexible Manufacturing System* dengan Memanfaatkan Teknologi *Radio Frequency Identification*

Masing-masing mesin CNC dilengkapi dengan sebuah *buffer* yang berfungsi untuk menyimpan benda kerja sebelum masuk ke ruang mesin dengan menggunakan *Automatic Pallet Changer* (APC). Mesin CNC juga dilengkapi dengan perkakas potong yang disimpan pada *Tool Magazine* dan juga dilengkapi dengan *Automatic Tool Changer* (ATC). Sistem penanganan material pada FMS, berupa *Automatic Storage and Retrieval System* (AS/RS) yang terdiri dari *pallet stocker* dengan kapasitas untuk menyimpan 60 *pallet*, dan dilengkapi dengan sebuah *stacker crane*. FMS juga dilengkapi dengan stasiun *loading/unloading* yang berfungsi sebagai tempat untuk *setup raw material* benda kerja pada *fixture* di atas sebuah *pallet*. *Loading/unloading station* ini juga tempat masuk dan keluarnya benda kerja.

Pekerjaan yang diproses pada FMS berupa sebuah benda kerja yang memiliki dua permukaan, sehingga memerlukan dua tahap (dua *stage*) proses pemesinan. Sebuah *stage* terdapat beberapa operasi pemesinan yang berurutan. Sebuah operasi pemesinan memerlukan satu jenis perkakas potong. *Stage* kedua dapat dikerjakan setelah seluruh operasi pada *stage* satu selesai dikerjakan. *Stage* pertama mengerjakan permukaan atas benda kerja. *Stage* kedua mengerjakan permukaan belakang benda kerja.

FMS beroperasi secara otomatis tanpa harus diawasi oleh operator (*unmanned operation*). Dengan demikian FMS memerlukan informasi tentang data benda kerja berupa: *part number*, jumlah *stage*, jumlah dan urutan operasi, waktu operasi dan jenis perkakas potong yang akan digunakan. Selain itu, FMS memerlukan informasi status pekerjaan yang akan, sedang dan telah selesai dikerjakan, serta lokasi benda kerja, apakah berada di *loading/unloading*, *stacker crane*, *pallet stocker*, atau di mesin CNC.

Setiawan, dkk. dalam [5] belum memperhatikan status lokasi benda kerja pada FMS. Lokasi benda kerja tersebut meliputi ruang mesin, *buffer* mesin, *pallet stocker*, *stacker crane* dan *loading/unloading station*. Setelah FMS mempunyai jadwal produksi, *stacker crane* akan mulai mengantarkan benda kerja sesuai dengan tujuannya. *Stacker crane* tidak memiliki informasi lokasi benda kerja pada saat di *loading/unloading station*, *pallet stocker*, mesin CNC, maupun *buffer*. Untuk itu, secara *real-time*, *stacker crane* memerlukan informasi di mana benda kerja berada. Selain informasi lokasi benda kerja, FMS juga memerlukan data informasi benda kerja diantaranya adalah jumlah *stage*, jumlah dan urutan operasi, waktu (durasi) operasi, jenis perkakas potong yang digunakan. Sistem pemantauan ini perlu dibangun. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem yang dapat memantau status lokasi benda kerja pada FMS. Salah satu cara untuk memantau status lokasi benda kerja, adalah dengan melakukan pemanfaatan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID), yaitu sebuah perangkat yang dapat membaca sebuah *tag* yang berisikan *unique identity* (UID). RFID akan mengirimkan sinyal radio yang kemudian diterima oleh *tag* RFID yang setelahnya akan diproses dengan memberikan informasi berupa UID [6]. Setiap UID memiliki kode yang tidak sama pada setiap *tag*-nya. Penggunaan teknologi RFID mempunyai beberapa

keunggulan, yaitu pemindaian cepat, penetrabilitas, daya tahan, pembacaan tanpa penghalang, penggunaan berulang, kapasitas memori yang besar dan keamanan yang tinggi. Penerapan teknologi saat ini memudahkan pengguna untuk mendapatkan kualitas layanan yang baik serta pengembangan efisiensi pekerjaan jika perancangan sistem RFID dilakukan dengan baik, termasuk proses pengisian dan pembacaan data informasi benda kerja. RFID inilah yang akan digunakan sebagai alat komunikasi antara *stacker crane* dengan *loading/unloading station*, *pallet stocker*, mesin CNC, maupun *buffer*.

II. KONTEN UTAMA

A. Dasar Teori

1) *Flexible Manufacturing System* (FMS)

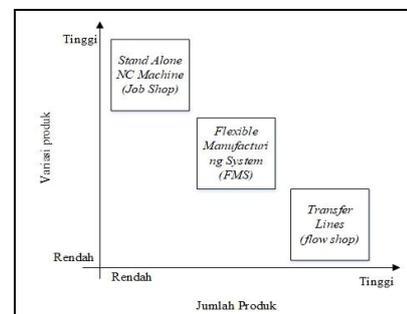
Flexible Manufacturing System (FMS) merupakan suatu sistem manufaktur otomatis dengan volume dan variasi menengah dan dikontrol oleh komputer. *Flexible Manufacturing System* (FMS) meliputi aktivitas manufaktur seperti mesin-mesin pabrikasi, *working*, dan *assembly*. Dalam sebuah FMS, sekumpulan *part-part* produk yang memiliki kesamaan karakteristik diproses secara simultan [3]. FMS dapat memproses berbagai macam produk dengan kapasitas produksi cukup tinggi. Hal ini menjadi keunggulan dibandingkan sistem *job shop* dan *flow shop* yang dapat dilihat pada Gambar 1.

2) *Arduino UNO*

Arduino adalah pengendali *mikro single-board* yang bersifat *open-source* yang diturunkan dari *wiring platform*, dan dirancang untuk memberikan kemudahan dalam penggunaan elektronik dalam berbagai bidang [7]. *Hardware*-nya mempunyai prosesor Atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino UNO merupakan salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya merupakan sebuah papan elektronik yang didalamnya terdapat mikrokontroler Atmega328 (sebuah keping yang bertindak seperti sebuah komputer secara fungsional). Piranti ini dapat digunakan untuk mewujudkan rangkaian elektronik sederhana hingga yang kompleks.

3) *RFID*

RFID adalah sebuah teknologi *compact wireless* yang memiliki keunggulan dalam mentransformasi dunia komersial.

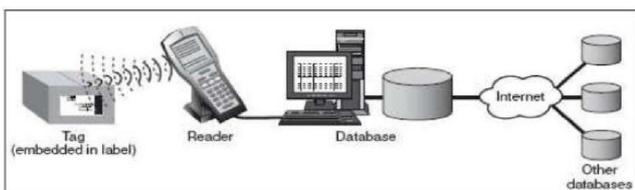


Gambar 1. *Applications Characteristics of FMS*

RFID adalah sebuah teknologi yang menggunakan pemanfaatan frekuensi radio dalam mengidentifikasi secara otomatis terhadap objek-objek atau manusia. Selama ini penggunaan sistem otomatis yang lebih dikenal adalah sistem *barcode*. Sistem *barcode* memiliki keterbatasan dalam penyimpanan data. Selain itu, sistem *barcode* tidak dapat melakukan pemrograman ulang atas data yang tersimpan di dalamnya. Namun, pada teknologi RFID, proses pengambilan ataupun pengidentifikasian obyek atau data dilakukan secara *contactless* (tanpa kontak langsung). Sistem RFID memiliki beberapa komponen utama, komponen utama RFID dapat dilihat pada Gambar 2.

Berikut ini adalah penjelasan mengenai komponen utama sistem RFID:

- *Tag* merupakan sebuah benda berukuran kecil, contohnya berupa stiker adesif yang dapat ditempelkan pada suatu barang atau produk. RFID *tag* berisi antena yang memungkinkan peralatan itu menerima dan merespon terhadap suatu *query* yang terpancar oleh suatu RFID *transceiver*. RFID *tag* mengandung paling tidak dua bagian, yaitu bagian satu merupakan sebuah sirkuit terpadu yang digunakan untuk menyimpan dan mengolah informasi, modulasi dan demodulasi sebuah frekuensi sinyal radio, dan fungsi khusus lainnya, yaitu antena untuk menerima dan mengirimkan sinyal.
- *Reader* adalah penghubung antara *software* aplikasi dengan antena yang akan memberikan radiasi gelombang radio ke *tag*. Gelombang radio yang ditransmisikan oleh antena berpropagasi pada ruangan disekitarnya. Akibatnya data dapat berpindah secara *wireless* ke RFID *tag* yang berada berdekatan dengan antena. Sebuah *reader* menggunakan antenanya sendiri agar dapat berkomunikasi dengan *tag*. Saat *reader* memancarkan gelombang radio, setiap *tag* yang dirancang pada frekuensi serta berada pada rentang bacanya tersebut akan memberikan respon. Sebuah *reader* juga dapat berkomunikasi dengan *tag* tanpa *line of sight* langsung, tergantung kepada frekuensi radio dan tipe *tag* (aktif, pasif, atau semipasif) yang digunakan. *Reader* dapat memproses banyak *item* sekaligus.
- *Database* atau basis data adalah sebuah sistem informasi logistik pada posisi *back-end* yang bekerja dengan cara melacak dan menyimpan informasi tentang *item* yang memiliki *tag*. Informasi yang disimpan dalam basis data dapat terdiri dari *identifier item*, deskripsi, pergerakan, pembuat dan lokasinya. Penyimpanan Tipe informasi dalam basis data dapat bervariasi tergantung kepada aplikasinya.



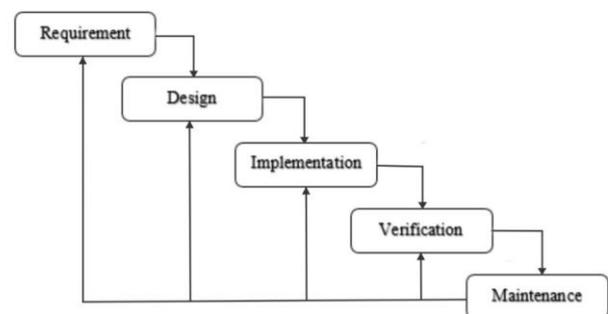
Gambar 2. Komponen Utama Sistem RFID

4) Metode Waterfall

Metode *waterfall* menjelaskan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan dalam pengembangan perangkat lunak. Dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan-tahapan perencanaan (*planning*), permodelan (*modeling*), konstruksi (*construction*), serta penyerahan sistem ke para pelanggan atau pengguna (*deployment*), yang berakhir dengan dukungan pada perangkat lunak lengkap yang dihasilkan [8].

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan penentuan topik. Topik yang dipilih adalah yang berkaitan dengan permasalahan yang ada pada FMS. Permasalahan pada FMS adalah belum adanya sistem untuk memantau benda kerja sehingga topik yang dipilih adalah merancang sistem pengisian dan pembacaan data informasi benda kerja pada FMS. Studi pendahuluan dilakukan karena kelayakan penelitian berkenaan dengan prosedur penelitian dan hal lainnya yang masih belum jelas. Studi pendahuluan dilakukan untuk memperjelas prosedur penelitian yang akan dilakukan dan untuk memperkirakan kemungkinan keberhasilan penelitian yang akan dilakukan. Studi pendahuluan berdasarkan pada penelitian Setiawan, dkk. dalam [5] sebelumnya adalah tentang FMS yang memerlukan informasi tentang benda kerja berupa *part number*, jumlah *stage*, jumlah dan urutan operasi, waktu operasi, dan jenis perkakas potong yang digunakan. Selain itu, FMS juga memerlukan informasi status lokasi benda kerja. Lokasi benda kerja meliputi *loading/unloading station*, *pallet stocker*, *stacker crane*, mesin CNC, dan *buffer*. Setelah dilakukan studi pendahuluan, dilakukan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman teoritis tentang data-data yang akan diamati dan dasar-dasar pengukurannya. Pada penelitian ini dilakukan penentuan metode yang sesuai agar dapat menyelesaikan permasalahan yang ada dengan tepat. Metode yang digunakan pada perancangan sistem pengisian dan pembacaan data informasi benda kerja adalah metode *waterfall*. Metode *waterfall* yang diterapkan dari tahap analisis kebutuhan sampai desain sistem dan pengkodean. Kemudian dilakukan perencanaan sistem yang akan dilakukan berdasarkan tahapan dari metode *waterfall*. Terdapat dua tahapan yang digunakan, yaitu tahapan analisis kebutuhan lalu tahapan kedua adalah desain sistem dan pengkodean.



Gambar 3. Tahapan metode *waterfall*

C. Perancangan Sistem

Penelitian ini menggunakan data konstruksi dan data informasi benda kerja dari *Flexible Manufacturing System*.

1) Data Konstruksi

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini terdiri dari dua data, yaitu data konstruksi FMS dan data berupa informasi benda kerja pada FMS. Data konstruksi FMS terdiri dari dua buah *loading/unloading station* (tempat *setup* benda kerja), empat mesin CNC horizontal, *pallet stocker* (kapasitas 60 *pallet*), *tool magazine* (90 *tool pot*), *stacker crane* (alat transportasi *pallet*), dan komputer pusat, dapat dilihat pada Gambar 4.

2) Pekerjaan FMS

Setiap benda kerja memiliki *part number* yang berbeda. Pekerjaan yang dikerjakan pada FMS berupa proses pemesinan dalam dua stage pada dua permukaan benda kerja. Dalam sebuah stage terdapat beberapa operasi di mana sebuah operasi memerlukan satu jenis perkakas potong, waktu operasi, dan urutan operasi yang berbeda dapat dilihat di Tabel I.

3) Cara Operasi FMS

Operasi pada FMS adalah yang pertama operator akan melakukan *setup* benda kerja kemudian benda kerja tersebut diletakkan pada sebuah *pallet* di *loading/unloading station*. Setelah itu, *pallet* yang sudah membawa benda kerja ini akan diambil oleh *stacker crane*. Penjadwalan produksi pada FMS yang telah dibuat akan memerintahkan *stacker crane* untuk mengambil *pallet* di *loading/unloading station*.

Dari *stacker crane*, *pallet* tersebut akan diantarkan ke mesin CNC. *Stacker crane* memiliki peranan penting sebagai alat transportasi dari benda kerja. Data yang diperlukan oleh *stacker crane* berupa jadwal produksi. Jadwal produksi ini menjadi tahapan operasi *stacker crane*. *Stacker crane* juga memerlukan data informasi mengenai jumlah *stage* untuk menentukan urutan mengantar dan menjemput benda kerja. Di dalam mesin tersebut terdapat *Automatic Pallet Changer* (APC) dan *Automatic Tool Changer* (ATC). APC berfungsi untuk mengganti benda kerja jika benda kerja sudah selesai dikerjakan. Pada APC diperlukan data informasi benda kerja apakah sudah selesai proses pemesinan atau belum. ATC berfungsi untuk mengganti *cutting tools*. *Cutting tools* disimpan di *tool magazine*. Pada ATC diperlukan data informasi benda kerja berupa jenis operasi. Dari data jenis operasi ini dapat diketahui perkakas potong mana saja yang akan digunakan dalam proses pemesinan untuk benda kerja tersebut. Pada mesin CNC juga terdapat *buffer* yang berfungsi untuk menyimpan benda kerja yang nantinya akan masuk ke proses pemesinan. Pada proses pemesinan ini, *pallet* akan ikut dengan benda kerja melalui proses pemesinan. Proses pemesinan terbagi menjadi *stage* satu dan *stage* dua. *Stage* merupakan permukaan benda kerja yang akan diproses. *Stage* satu merupakan permukaan depan dan *stage* dua merupakan permukaan belakangnya dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Jika mesin dan *buffer* telah penuh oleh benda kerja, maka *stacker crane* akan mengantar *pallet* tersebut ke *pallet stocker*. Dalam *pallet stocker* terdapat tiga bagian rak

penyimpanan *pallet* yaitu untuk *raw material*, *work in process*, dan *finished goods*. Jika proses pemesinan tersebut sudah selesai maka *stacker crane* akan menjemput *pallet* tersebut dan akan disimpan ke *pallet stocker*. Benda kerja akan disimpan pada rak bagian *work in process* jika benda kerja tersebut terdapat proses pemesinan *stage* dua dan rak bagian *finished goods* untuk benda kerja yang telah selesai melalui seluruh proses pemesinan.

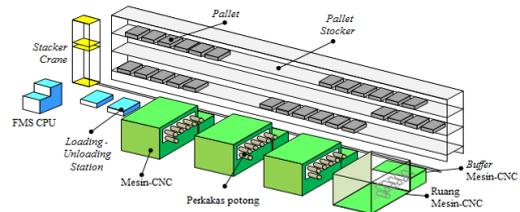
4) Rancangan Keseluruhan Sistem Pengisian dan Pembacaan Data Informasi Benda Kerja

Rancangan yang akan dibuat adalah rancangan *hardware*, rancangan *software*, dan rancangan *interface* dapat dilihat pada Gambar 7. Untuk rancangan sistem ini diperlukan beberapa hal diantaranya:

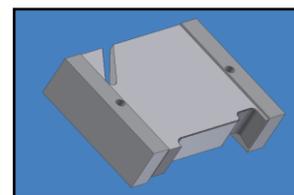
TABEL I

DATA INFORMASI BENDA KERJA

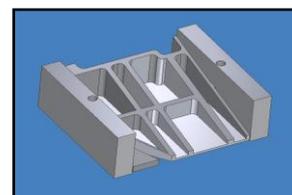
Part Number	Job	Stage	End Mill	Urutan Operasi dan waktu operasi												total waktu (menit)				
				End mill	Face mill	End mill	End mill	End mill	End mill	End mill	End mill	Ball nose	Ball nose	Ball nose	Ball nose					
				Ø14 k=1	Ø12 k=2	Ø10 k=3	Ø16 R2 k=4	Ø14 R2 k=5	Ø12 R2 k=6	Ø10 R2 k=7	Ø8 R2 k=8	Ø6 R2 k=9	Ø4 R2 k=10	Ø2 R2 k=11	Ø1 R2 k=12					
ABC-0001	1	1	10 (1)	10 (2)	45 (3)	30 (5)	25 (4)	30 (6)	35 (7)	15 (3)	10 (4)	10 (5)	25 (6)							80
ABC-0002	2	1	35 (2)	40 (1)	45 (3)	30 (5)	25 (4)	30 (6)	35 (7)	35 (6)	40 (5)	50 (5)	20 (4)	20 (7)						240
ABC-0003	3	1	30 (1)	50 (2)	60 (3)		35 (4)	35 (5)		25 (3)	40 (3)	50 (4)	30 (6)		50 (7)					280
ABC-0004	4	1	35 (1)	20 (2)		50 (3)	40 (4)	50 (5)			15 (2)	30 (3)	30 (4)	15 (5)	20 (6)					280
ABC-0005	5	1	10 (2)	15 (1)		20 (3)	10 (4)							15 (4)	20 (5)	30 (5)			15 (5)	100
ABC-0006	6	1	20 (1)	15 (2)																100
ABC-0007	7	1	45 (1)	30 (2)	25 (3)	30 (3)	25 (4)	35 (6)						50 (7)						240
ABC-0008	8	1	40 (1)	20 (2)	50 (3)	40 (4)	40 (5)		35 (4)	30 (3)	20 (5)	30 (6)	50 (6)							200
ABC-0009	9	1		30 (1)	30 (1)	40 (2)	40 (4)	30 (3)	50 (5)		15 (3)	25 (4)	50 (7)	40 (6)						280
ABC-0010	10	1	40 (1)	50 (2)	60 (3)			40 (4)	50 (5)											240
ABC-0011	11	1	40 (1)	50 (2)			30 (4)	20 (3)			45 (3)	45 (4)		20 (5)						160
ABC-0012	12	1	41 (1)						50 (3)	60 (4)	40 (2)			20 (5)	20 (5)	30 (6)				320
ABC-0012	12	2	50 (1)	40 (2)				60 (3)		60 (4)	30 (5)			60 (6)	60 (6)	30 (6)				200
ABC-0012	12	2	45 (1)					45 (2)		30 (3)				30 (4)	50 (2)					200



Gambar 4 Konfigurasi FMS sesuai dengan Setiawan dkk. [5].



Gambar 5 Stage-1 (permukaan atas benda kerja)

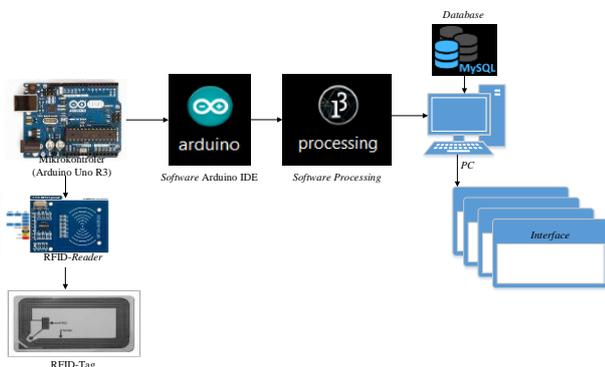


Gambar 6 Stage-2 (permukaan belakang benda kerja)

- **Komputer**
Digunakan untuk pusat kontrol FMS dan mikrokontroler.
- **Mikrokontroler**
Mikrokontroler yang dipakai adalah Arduino Uno R3. Arduino Uno R3 dihubungkan di komputer menggunakan kabel USB sebagai sumber daya.
- **RFID-Reader**
Sensor yang berfungsi untuk membaca RFID-Tag berupa kartu. Untuk mengaktifkan RFID-Reader, harus dihubungkan ke Arduino terlebih dahulu menggunakan kabel *jumper*.
- **RFID-Tag**
RFID-Tag yang digunakan berupa sebuah kartu dan akan diletakkan pada setiap *pallet*.
- **Database**
Database diperlukan untuk menyimpan data informasi benda kerja yang ada di FMS. Data benda kerja tersebut berupa *part number*, jumlah *stage*, jumlah dan urutan operasi, waktu operasi, dan jenis perkakas potong yang digunakan. Salah satu *database* yang bisa digunakan adalah MySQL.
- **Software**
Software yang diperlukan adalah Arduino IDE dan *Processing*. Fungsi dari Arduino IDE ini adalah untuk membuat *sketch* berupa program yang akan diunggah ke mikrokontroler. Untuk menghubungkan antara mikrokontroler dengan *database* diperlukan *software* bantuan yaitu *Processing*.

5) *Perancangan Hardware*

Bagian ini akan menjelaskan tentang sistem kerja *hardware*. Mikrokontroler yang digunakan berfungsi sebagai pusat kendali dan sumber daya dari rangkaian. Mikrokontroler akan mengaktifkan RFID reader yang sudah dihubungkan dengan kabel *jumper*. Pada saat RFID-Reader sudah aktif, maka RFID tag dapat didekatkan ke RFID reader, lalu data dari RFID tag dibaca oleh RFID reader. Pembacaan ini menghasilkan data berupa UID. Tampilan UID akan dijelaskan pada *serial monitor* pada *software* Arduino IDE. Sumber daya mikrokontroler adalah berasal dari komputer dengan cara dihubungkan menggunakan kabel USB yang dapat dilihat pada Gambar 8 dan Tabel II.



Gambar 7 Rancangan keseluruhan sistem pengisian dan pembacaan benda kerja

6) *Perancangan Hardware*

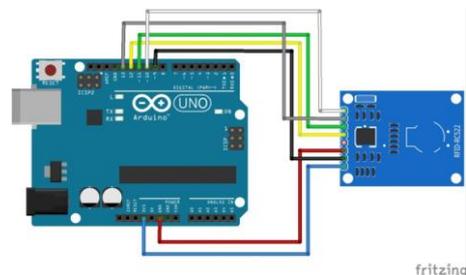
Pada perancangan ini akan dijelaskan langkah-langkah penggunaan *software*, pengkodean, dan konfigurasi lainnya yang berkaitan dengan *software*. *Software* yang digunakan diantaranya adalah Arduino IDE sebagai *software* untuk mikrokontroler *processing* untuk menghubungkan mikrokontroler dengan *database*.

7) *Perancangan interface*

Interface yang pertama kali dirancang adalah *interface* tampilan utama. *Interface* tampilan utama terdiri dari pilihan UID dan *part number* dan pilihan *monitoring* lokasi benda kerja. Pilihan UID dan *part number* digunakan untuk menghubungkan data berupa *part number* dengan UID dari RFID tag berupa kartu yang terbaca oleh RFID reader. Ada dua tampilan berbeda pada *interface* UID dan *part number*. Yang pertama adalah tampilan pada saat UID pertama kali dihubungkan dengan *part number* seperti pada Gambar 9. Kolom *part number* pada *interface* berisi pilihan *part number* yang akan dihubungkan dengan UID. Untuk mengkonfirmasi UID dengan *part number* sudah terhubung, maka dibutuhkan sebuah tombol, yaitu tombol OK yang berada pada bagian bawah kolom *part number*.

Interface kedua adalah tampilan UID dengan penambahan kolom ganti *part number*. *Interface* ini diperlukan untuk membedakan UID yang sudah dan belum terhubung dengan *part number*. Kolom *part number* pada *interface* ini berbeda dengan yang pertama, *part number* di sini untuk menampilkan *part number* lama. Kolom ganti *part number* di sini berfungsi seperti kolom *part number* pada *interface* pertama, yaitu terdiri dari pilihan *part number*. Tujuan dari adanya *interface* ini adalah untuk mencegah terjadinya duplikasi data *part number* pada satu UID.

Setelah tampilan UID dan *part number*, yang berikutnya adalah tampilan *monitoring* lokasi benda kerja. Untuk meman-



Gambar 8 Rangkaian Arduino dan modul MFRC522

TABEL II

RANGKAIAN PIN ARDUINO UNO DAN MODUL RFID MFRC522

RFID MFRC522	Arduino Uno R3 Pin
RST	9
SDA (SS)	10
MOSI	11
MISO	12
SCK	13
GND	GND
3,3 Volt	3V3

Perancangan Sistem Pengisian dan Pembacaan Data Informasi Benda Kerja pada *Flexible Manufacturing System* dengan Memanfaatkan Teknologi *Radio Frequency Identification*

atau lokasi benda kerja yang berada pada FMS diperlukan sebuah *interface* yang menampilkan keseluruhan stasiun kerja yang ada di FMS. Oleh karena itu, pada rancangan *interface* ini perlu dibuat sebuah kolom pada setiap stasiun kerja yang akan terisi oleh data berupa *part number*. *Part number* yang muncul pada kolom stasiun kerja dapat dilihat secara lebih rinci, data apa saja pada *part number* tersebut. Dengan adanya tombol *details*, dapat melihat keseluruhan isi data yang terdapat pada *part number* tersebut. Untuk *pallet stocker* dibagi ke dalam tiga bagian, yaitu untuk *raw material (RW)*, *work in process (WIP)*, dan *finished goods (FG)*. Setelah itu, buka lagi *software processing*, buat *tab* baru dengan menekan tombol *Ctrl+Shift+N*, lalu masukan kode program untuk pembuatan *interface* yang telah dirancang. Setelah kode program telah dibuat, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan semua kode program yang telah dibuat sebelumnya, yaitu untuk kode program untuk menghubungkan Arduino dengan *database* dan kode program untuk membuat *interface*. Pastikan urutan pada mengunggah kode program berurutan dari *software* Arduino IDE lalu *software processing*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

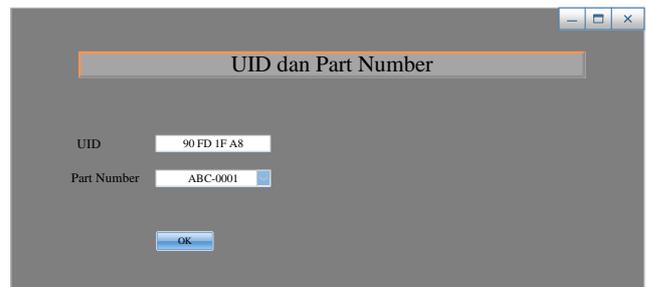
A. Hasil Rancangan Sistem Pengisian dan Pembacaan Data Informasi Benda Kerja

Pada rancangan yang telah dibuat dapat dilihat bahwa setiap RFID *tag* yang terbaca oleh RFID *reader* akan mengeluarkan data berupa UID. UID ini dapat dilihat pada *interface* UID dan *part number* di mana UID yang muncul akan dihubungkan dengan *part number*. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 9. Rancangan yang telah dibuat dapat berfungsi untuk memantau lokasi benda kerja dengan menggunakan teknologi RFID.

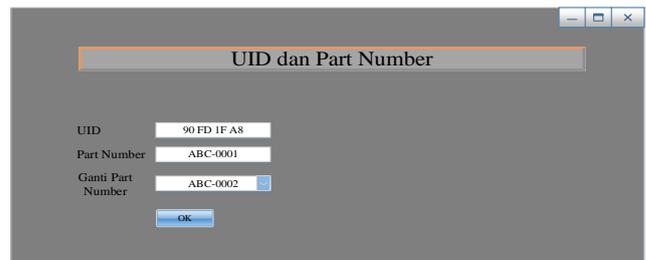
Pada kolom *part number* akan langsung muncul *part number* sebelumnya, pada saat RFID *tag* terbaca oleh RFID-*Reader*. Untuk menggantinya terdapat pilihan *part number* baru di kolom ganti *part number*. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 10. Dengan menekan tombol OK, maka UID dengan *part number* sudah terhubung dengan *part number* yang baru.

Setelah UID dan *part number* sudah terhubung, maka proses *monitoring* dapat dilakukan. Data yang muncul pada kolom-kolom di setiap stasiun kerja adalah *part number*, bukan berupa UID lagi, karena pada proses awal UID sudah dihubungkan dengan *part number*. Dapat dilihat pada Gambar 11. Pastikan urutan dalam mengunggah kode program tidak salah. Jika salah, maka *interface* akan mengalami *error*. *Error* disebabkan karena kode program pada *software* Arduino IDE belum diunggah ke mikrokontroler. *Software processing* sebagai *software* yang membantu untuk menghubungkan mikrokontroler dengan *database* memerlukan kode program yang telah diunggah terlebih dahulu ke mikrokontroler. *Interface* yang ditampilkan pun menjadi *error*, hanya tampilan layar kosong yang dapat ditampilkan dari *interface*.

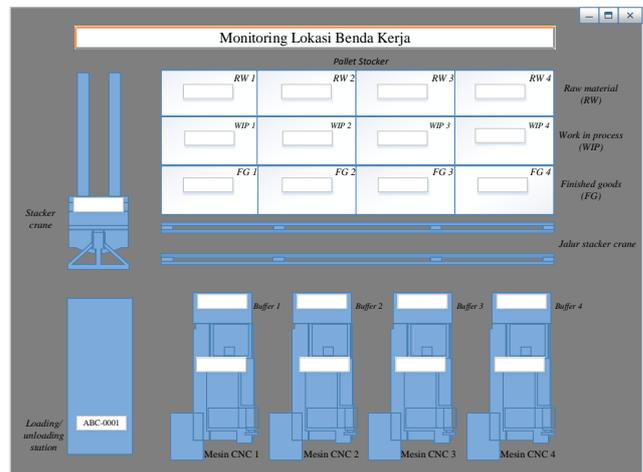
B. Analisis Rancangan Sistem Pengisian dan Pembacaan Data Informasi Benda Kerja



Gambar 9 Tampilan UID dihubungkan dengan *part number*



Gambar 10 Tampilan *interface* pada saat penggantian *part number*



Gambar 11 Tampilan *interface* monitoring dengan data *part number*

Penempatan dari RFID *reader* terdapat di *loading/unloading station*, *stacker crane*, *pallet stocker*, serta pada *buffer* dan mesin CNC. RFID *reader* harus dipasang di setiap stasiun kerja dengan tujuan agar dapat mendapat semua informasi dengan tepat, akurat, dan bisa terus terpantau di mana saja lokasi benda kerja tersebut berada. Menghubungkan UID dengan *part number* juga menjadi hal yang penting agar semua data informasi benda kerja terintegrasi. RFID-*Reader* digunakan sebagai alat komunikasi antara *stacker crane* dengan *loading/unloading station*, *pallet stocker*, mesin CNC, maupun *buffer*.

Pada saat mengunggah *sketch* ke mikrokontroler harus memperhatikan juga *software* pendukung yang menjadi penghubung antara *software* Arduino IDE dengan *database*. Jika *sketch* belum diunggah ke mikrokontroler dan *software*

Perancangan Sistem Pengisian dan Pembacaan Data Informasi Benda Kerja pada *Flexible Manufacturing System* dengan Memanfaatkan Teknologi *Radio Frequency Identification*

pendukung langsung dijalankan, maka akan mengalami *error* pada saat menampilkan UID pada *interface*. Data yang ditampilkan pada *interface monitoring* akan digunakan oleh *stacker crane* untuk mengantar maupun menjemput benda kerja ke lokasi *loading/unloading station*, *pallet stocker*, mesin CNC, atau *buffer*.

Ditemukan juga beberapa kekurangan dari rancangan sistem ini. *Interface* yang dirancang tidak bisa memantau masing-masing operasi pada mesin CNC. Jumlah RFID *reader* yang digunakan pun masih kurang efisien. RFID *reader* dapat terganggu oleh gelombang frekuensi lain. Ini bisa menyebabkan data yang diperoleh kurang akurat. Pada rancangan ini juga belum adanya suatu alat bantu komunikasi antara *stacker crane* dengan stasiun kerja lainnya untuk saling bertukar informasi.

IV. KESIMPULAN

Rancangan yang telah dibuat dapat berfungsi untuk memantau lokasi benda kerja dengan menggunakan teknologi RFID.

Teknologi RFID dapat membantu *stacker crane* dalam mengambil keputusan dalam mengambil dan mengantar benda kerja sesuai dengan tujuan dan menjadi alat bantu berkomunikasi dengan stasiun kerja.

Benda kerja dapat selalu terpantau lewat *interface monitoring lokasi* benda kerja dan dapat dilihat informasi lebih rinci dari *interface details part number*.

Dari rancangan yang telah dibuat, beberapa saran untuk pengembangan sistem pengisian dan pembacaan data informasi benda kerja sebagai berikut:

- Pada penelitian berikutnya dapat ditambahkan rancangan berupa langkah-langkah untuk menyimpan data informasi benda kerja ke *database*. Data informasi benda kerja meliputi jumlah *stage*, jumlah dan urutan operasi, waktu operasi, dan jenis perkakas potong yang digunakan.
- Untuk setiap rancangan *interface* bisa dikembangkan lagi agar tampilan lebih menarik dan lebih ringkas. *Interface* pada *monitoring* dapat dikembangkan dalam penyajian informasi data benda kerja agar lebih ringkas. Jadi tidak perlu lagi ada *interface details part number*, keseluruhan data informasi benda kerja sudah tersaji pada *interface* yang sama.

- Dapat menggunakan *software* selain *processing* yang lebih fleksibel untuk membantu menghubungkan mikrokontroler dengan *database*. Pada *software processing* perlu diperhatikan urutan dalam mengunggah kode program. Akan lebih baik jika *software* penghubung dapat tetap berjalan dengan baik tanpa harus mengikuti urutan mengunggah kode program.

DAFTAR REFERENSI

- [1] H. Prasetyo and W. Sutopo, "Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek dan Arah Perkembangan Riset," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 13, pp. 17-18, Januari 2018.
- [2] H. Prasetyo and W. Sutopo, "Perkembangan keilmuan teknik industri menuju era industri 4.0," in *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, Surakarta, 2017, p. 488. *Informatika*, vol. 4, pp. 39-48, Mei 2003.
- [3] G. S. Budhi, "Activity-Based Costing Dan Simulated Annealing Untuk Pencarian Rute Pada Flexible Manufacturing Systems," *Jurusan Teknik Informatika*, vol. 4, pp. 39-48, Mei 2003.
- [4] B. Kurniawan and A. Irman S M, "Penjadwalan Flexible Job Shop: Studi Kasus PT. X," *Performa*, vol. 14, pp. 59-62, 2015.
- [5] A. Setiawan, R. Wangsaputra, Y. Martawirya, & A. Halim. "A production scheduling model considering cutting tools for an FMS to minimize makespan." *Proceedings of the Asia Pasific Industrial Engineering & Management System Conference*, 2015.
- [6] W. A. Prasetyo. *Pengelolaan Sistem Parkir Dengan Rfid Berbasis Arduino Uno*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2017.
- [7] Saifullah, "Perancangan Sistem Sirkulasi Bus pada Halte Brt," Skripsi, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, 2018.
- [8] Roger S. Pressman, *Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi)*, Edisi 7: Buku 1, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2012.

Anggoro Prasetyo Utomo, menerima gelar Sarjana Teknik dari ITB, Jurusan Teknik Industri pada tahun 2005, dan gelar Magister Teknik Industri dari ITB Jurusan Teknik dan Manajemen Industri pilihan Rekayasa Sistem Perusahaan pada tahun 2009. Saat ini aktif sebagai dosen pengajar di Prodi Teknik Industri ITHB. Penulis juga merupakan seorang trainer SAP GBI, BPI, dan TERP10. Minat penelitian pada bidang *Enterprise Resource Planning*, Manajemen Rantai Pasok, dan Manajemen Sumber Daya Manusia.

Ari Setiawan, kelahiran kota Bandung, 27 Mei 1966, menempuh pendidikan S1 Teknik Mesin di ITB dan lulus pada tahun 1990. Pendidikan S2 Magister Teknik dan Manajemen Industri diperoleh di ITB pada tahun 1997. Gelar Doktor juga diperoleh di ITB dan lulus pada tahun 2017. Minat penelitian: perancangan produk, proses produksi, dan *maintenance*.

Frendy Z. Gunarto, menyelesaikan studi S1 Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Harapan Bangsa pada tahun 2018.

Halaman kosong