

# Penerapan *Human Machine Interface* berbasis *Augmented Reality* pada Sistem SCADA Modular Production System

SAROSA CASTRENA ABADI, NUR WISMA NUGRAHA, IRFAN AHMAD  
DHIMYATI, ADE HASAN SUMARSO

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur  
Bandung, Indonesia  
Email: sarosa@ae.polman-bandung.ac.id

*Received* 12 Desember 2022 | *Revised* 16 Januari 2023 | *Accepted* 13 Februari 2023

## ABSTRAK

*Penerapan teknologi digital pada sistem SCADA dapat dilakukan dengan menampilkan user interface dengan metode Augmented Reality yaitu suatu teknologi yang menggabungkan suatu objek nyata dan objek virtual secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan HMI NodeRED dengan metode pengamatan Augmented Reality pada Sistem SCADA Modular Production Systems (MPS) bagian Testing dan Handling Station. Hasil pengujian menunjukkan sistem berhasil melakukan kontrol dan monitoring plant Testing dan Handling Station melalui Webview Augmented Reality. Nilai rata-rata waktu pengiriman data PLC ke PC pada Testing Station yaitu 109 ms dan rata-rata waktu yang pengiriman data PC ke PLC yaitu 106 ms. Sedangkan untuk Handling Station rata-rata waktu pengiriman data PLC ke PC yaitu 109 ms dan rata-rata waktu pengiriman data PC ke PLC yaitu 105 ms.*

**Kata kunci:** *Augmented Reality, SCADA, NodeRED, PLC, MPS*

## ABSTRACT

*The Implementation of digital technology in the SCADA system can be done by displaying a user interface with the Augmented Reality method, which is a technology that combines a real object and a virtual object in real-time. This study aims to implement HMI NodeRED with the Augmented Reality observation method on the SCADA Modular Production Systems (MPS) for testing and handling stations. The test results showed that the system successfully controlled and monitored the Testing and Handling Station plants through the Augmented Reality Webview. The average value of the time of sending PLC data to PC at the Testing Station is 109 ms and the average time that PC data is sent to the PLC is 106 ms. While for the Handling Station, the average time for sending PLC data to PC is 109 ms and the average time for sending PC data to PLC is 105 ms.*

**Keywords:** *Augmented Reality, SCADA, NodeRED, PLC, MPS*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini seluruh dunia memasuki tahun ke 3 masa pandemi Covid-19 sejak ditemukan pada tahun 2019 silam, perkembangan teknologi di masa pandemi seperti sekarang memiliki peranan penting agar seluruh kegiatan manusia tetap berjalan dengan lancar. Hampir seluruh kegiatan kehidupan dapat diterapkan suatu teknologi terutama teknologi digital. Hal tersebut menuntut masyarakat untuk dapat beradaptasi dengan perkembangan teknologi agar mampu memanfaatkan IPTEK dan Sumber Daya untuk menghasilkan karya yang berdaya saing tinggi **(Yudha, 2021)**. Salah satu langkah yang dapat dilakukan dalam rangka mewujudkan pemanfaatan teknologi dan sumber daya adalah dengan membuat sebuah sistem yang berkaitan dengan teknologi terapan dengan menambahkan suatu transformasi digital didalamnya.

Salah satu teknologi terapan yang sangat berkembang pesat pada bidang otomasi industri manufaktur yaitu *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) System*. SCADA merupakan suatu teknologi untuk memantau, mengakuisisi data dan memproses data yang di tampilkan ke operator melalui *user interface* **(Portilla, dkk, 2014)**. Penerapan sistem SCADA ini salah satunya pada *Modular Production System (MPS)* sebagai *plant* modular yang digunakan dalam simulasi proses produksi **(Sartika, dkk, 2021)**. Salah satu bagian MPS adalah *Testing station* dan *Handling Station*. Sistem otomatis pada MPS diintegrasikan oleh sistem kontrol pengawasan untuk memantau dan mengeksekusi mesin produksi menggunakan PLC, yang dipantau oleh sistem SCADA dalam bentuk *interface* **(Scotti, dkk, 2015)**. Aplikasi untuk membangun suatu *interface* pada sistem SCADA banyak sekali pilihannya namun pada umumnya tidak bersifat terbuka (*Open Source*). NodeRED merupakan salah satu solusi yang tepat untuk membangun suatu *User Interface* karena NodeRED merupakan *tool* pemrograman berbasis *browser* yang bersifat terbuka (*Open Source*) memungkinkan kita melakukan koneksi langsung dengan perangkat keras dan aplikasi *Internet of Thing* lainnya dengan cara yang menarik karena pemrograman visualnya yang mudah karena membuat aplikasi dalam bentuk "flow" yang terdiri dari *node-node* yang saling berhubungan dan memiliki tugas tertentu **(Ferencz, dkk, 2019)**. Penerapan teknologi digital pada sistem SCADA ini juga dapat dilakukan dengan menampilkan *user interface* dengan metode *Augmented Reality* yaitu suatu teknologi untuk penggabungan secara *real-time* konten digital yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. *Augmented Reality* memungkinkan pengguna melihat objek maya 2D atau 3D yang diproyeksikan terhadap dunia nyata **(Nee, dkk, 2012)**.

Penelitian relevan yang sudah dilakukan terdahulu mengenai sistem SCADA *Modular Production system*, HMI *NodeRED* dan *Augmented Reality* yaitu penelitian Ioana membahas mengenai proses integrasi *Address* untuk di koneksikan dengan MQTT dalam jaringan IoT. Penelitian ini Berhasil mengkomunikasikan SCADA melalui Node-RED dengan waktu yang singkat dan dapat menghemat biaya **(Nitulescu, dkk, 2020)**. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh William, penelitiannya berhasil menyajikan metodologi berbasis SCT untuk mensintesis dan mengimplementasikan sistem control pengawasan yang mengintegrasikan PLC, SCADA dan *Task Routing*. Penerapan aplikasi pada MPS didactic telah menunjukkan bahwa desain logika kontrol yang dapat fleksibel, aman dan mudah dipahami **(Scotti, dkk, 2015)**. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh andreas, penelitiannya menyajikan penggunaan dua teknik yang berbeda yaitu *Real-Time Machine Data Overlay* dan *Remote AR* Berbasis Web untuk bantuan bagi karyawan. Kedua tekniknya berfokus pada tiga persyaratan utama yaitu Efektifitas Transmisi Data, Perangkat yang tersertifikasi untuk lingkungan industri, Usability yang ditargetkan untuk pengguna industri. Selain itu, penelitiannya juga menyajikan rekomendasi arsitektur untuk menggabungkan penggunaan kedua teknik serta diskusi tentang kelebihan dan kekurangan sistem tersebut sebagai referensi perbaikan di masa depan **(Jaki,**

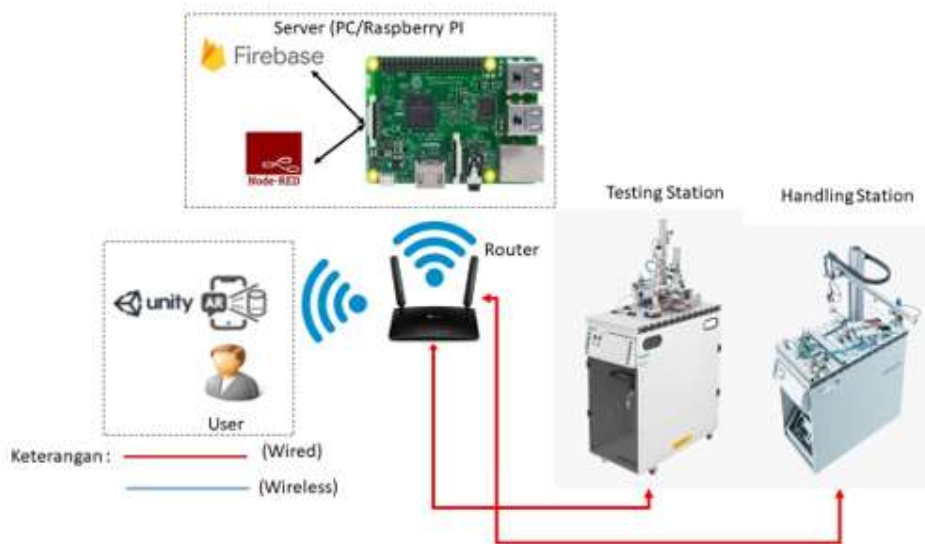
**dkk, 2018).** Penelitian lainnya yang dilakukan Agboka, penelitiannya membahas mengenai penerapan *Augmented Reality* pada *Real Time Monitoring* untuk sistem distribusi air di perkotaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sistem RTM–SCADA–AR terintegrasi dapat diandalkan 100% untuk kontrol sistem distribusi air yang baik dalam pengelolaan (**Mensah, dkk, 2019).**

Berdasarkan hasil studi literatur dari beberapa penelitian terdahulu yang sebelumnya telah dijelaskan, penelitian ini akan membahas mengenai penerapan suatu *Human Machine Interface* menggunakan aplikasi NodeRED pada Sistem SCADA Modular Production Systems (MPS) bagian *Testing station* dan *Handling Station* dengan metode *Augmented Reality*. Penelitian ini merupakan kombinasi dari sistem dan teknologi-teknologi yang sudah dilakukan pada penelitian terdahulu yaitu dengan mengintegrasikan Modular Production System (MPS) yang menggunakan PLC Siemens S7-1200 dengan Raspberry Pi yang berfungsi untuk mengumpulkan data dan di tampilkan ke *interface* Node-RED melalui metode *Augmented Reality*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa HMI *NodeRED* dengan metode *pengamatan Augmented Reality* pada Sistem SCADA Modular Production Systems (MPS) bagian *Testing station* dan *Handling Station*. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu pilihan referensi sistem SCADA berbasis *Augmented Reality* yang bersifat *Open Source* sehingga dapat diterapkan di bidang pendidikan, industri atau masyarakat umum.

## 2. METODE

### 2.1 Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang pada penelitian ini merupakan integrasi PLC Siemens S7-1200, SCADA dan HMI *Node-RED* dengan metode *pengamatan HMI* menggunakan Teknologi *Augmented Reality*. Rancangan sistem digambarkan secara umum pada Gambar 1.



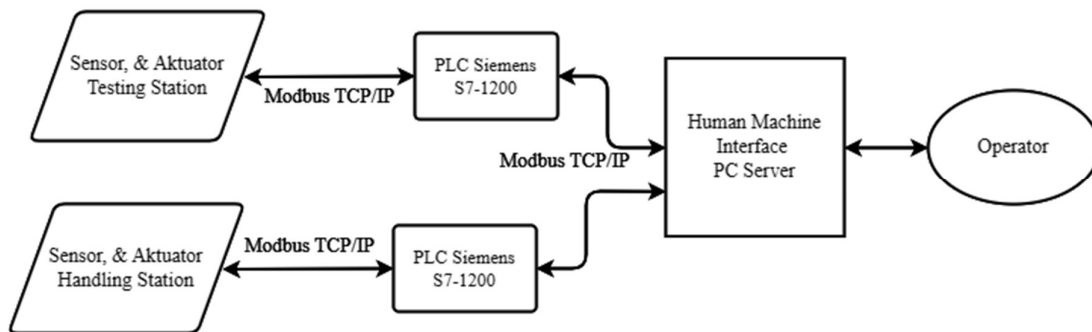
**Gambar 1. Rancangan Sistem**

Sistem yang diusulkan pada penelitian ini terdiri dari 5 komponen sebagai berikut:

- Sistem *plant Testing Station* dan *Handling Station*. PLC yang digunakan pada *Testing Station* dan *Handling Station* adalah PLC Siemens S7-1200 dengan CPU 1214 DC/DC/DC.

- b. *Router wireless* sebagai Media penghubung antara perangkat - perangkat yang terintegrasi dengan sistem.
- c. *Raspberry PI* berfungsi sebagai *server HMI NodeRED* untuk mengontrol dan *monitoring plant* dimana pada *HMI NodeRED* terhubung dengan *database firebase* untuk menyimpan seluruh *data event* dan *alarm* yang terjadi pada sistem SCADA *MPS Testing Station* dan *Handling Station*.
- d. *AR 3D Webview Unity Android* sebagai metode pengamatan sistem secara *Augmented Reality*.
- e. Operator untuk *monitoring* dan mengontrol sistem baik melalui PC atau *handphone* melalui *HMI NodeRED* berbasis WEB.

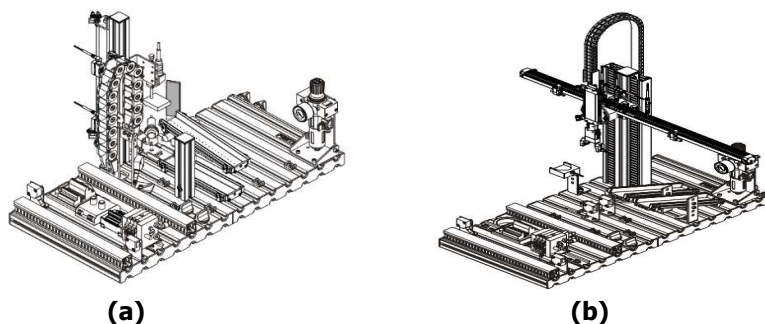
PLC Station terhubung dengan jaringan LAN (*Local Area Network*) menggunakan kabel (*wired*) sedangkan *server* yang menggunakan *Raspberry pi* terhubung ke jaringan secara wireless. Semua komponen terhubung menggunakan perangkat *Router Wireless*, pada penelitian ini protokol komunikasi yang akan digunakan pada sistem SCADA yaitu protokol komunikasi Modbus TCP/IP. Modbus TCP bersifat *open source*, memiliki pengoperasian dan pemeliharaan yang mudah, proses komunikasi data yang *flexible* dengan vendor, jumlah *Slave* dalam 1 jaringan yang mampu di *handle* oleh *Master* sebanyak 247 device (**Gamess et al., 2020**). Untuk memudahkan pemahaman sistem berikut blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Blok Diagram Sistem**

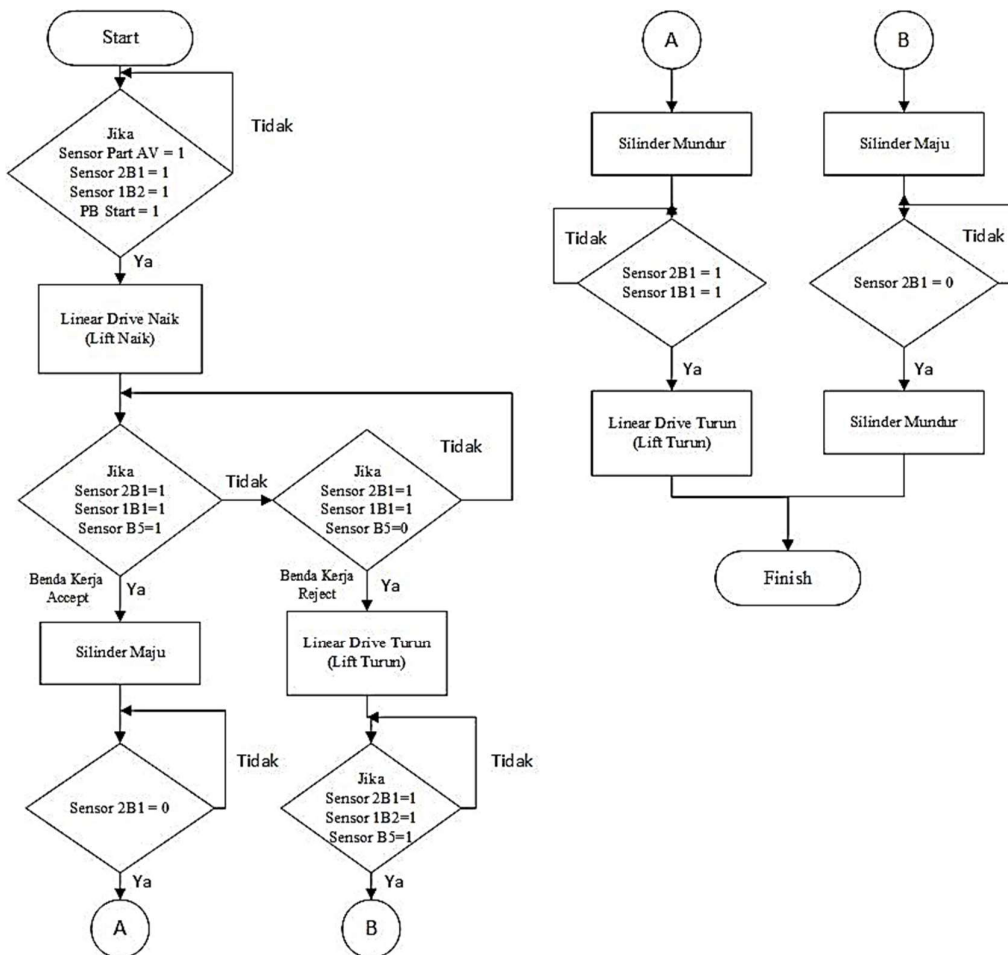
## 2.2 Modular Production System Station

MPS (*Modular Production System*) merupakan modul *prototype* atau miniatur dari suatu proses otomasi industri (**Sartika, dkk, 2021**). MPS terdiri dari sub sistem berupa beberapa *station* yang masing-masing memiliki komponen dan fungsi kerja berbeda diantaranya sebagai *storage, testing, pick and place, handling dan separator*. MPS banyak digunakan dalam bidang pendidikan dan juga penelitian di bidang sistem otomasi (**Taufiq, 2017**). Pada penelitian ini *plant* yang digunakan hanya *Testing dan Handling Station*.



**Gambar 3. (a) Testing Station (b) Handling Station**

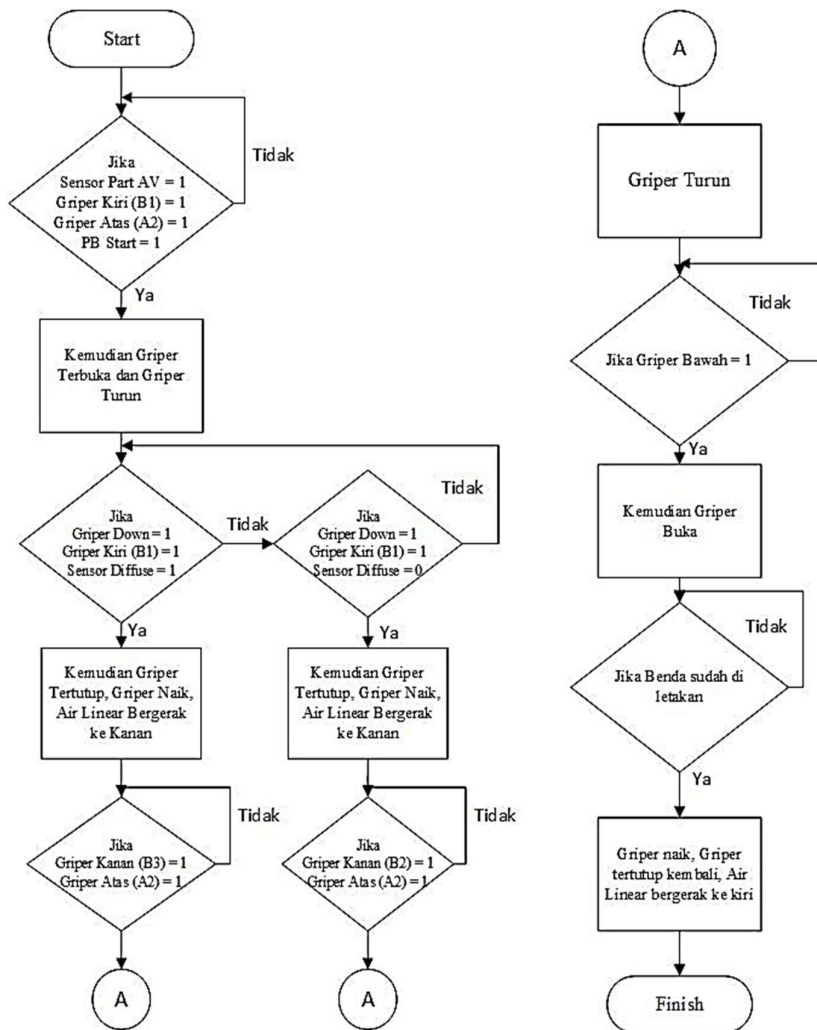
MPS *Testing Station* berfungsi untuk mengidentifikasi karakteristik dari benda dengan mendeteksi jenis, warna dan tinggi benda yang masuk ke *Testing Station* untuk kemudian disortir sesuai permintaan secara otomatis dan dilanjutkan ke *station* selanjutnya yaitu *Handling Station*. Diagram alur dari *Testing Station* dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Diagram Alur *Testing Station***

Alur program dari *Testing Station* dimulai ketika capacitive proximity sensor mendeteksi benda kerja dan *optical proximity sensor* mendeteksi warna merah atau silver pada benda kerja, maka linear drive aktif bergerak ke atas. Jika *optical proximity sensor* tidak mendeteksi warna merah atau silver pada benda kerja, maka benda kerja berstatus reject dan langsung dikirim pada slide module bagian bawah. Setelah posisi *linear drive* berada di atas, analogue sensor akan mendeteksi ketinggian dari benda kerja tersebut. Jika ketinggian benda kerja sesuai dengan ketentuan analogue sensor, maka benda kerja dikirim ke station selanjutnya yaitu *Handling Station*. Jika ketinggian benda kerja tidak sesuai dengan hasil pembacaan sensor analog, maka status benda kerja tersebut reject dan dipilah melalui modul *slide* bagian bawah. Selanjutnya yaitu MPS *Handling Station*, berfungsi untuk memindahkan benda kerja dari *Testing Station* sesuai dengan tempatnya masing-masing sesuai dengan jenis, warna dan tinggi benda tersebut. Ketika benda kerja yang berasal dari *Testing Station* tiba di *Handling Station*, kemudian part AV langsung mendeteksi benda kerja untuk memicu pergerakan *griper* untuk mengambil benda kerja. Jika *diffuse sensor* mendeteksi adanya benda berwarna merah maka benda kerja akan di pindahkan oleh *hand griper* ke tempat benda *accept*. Sedangkan

jika *diffuse sensor* tidak mendeteksi adanya benda berwarna (hitam) maka *hand griper* akan menyimpannya ke tempat benda *reject*. Diagram alur dari *Handling Station* dapat dilihat pada Gambar 5.



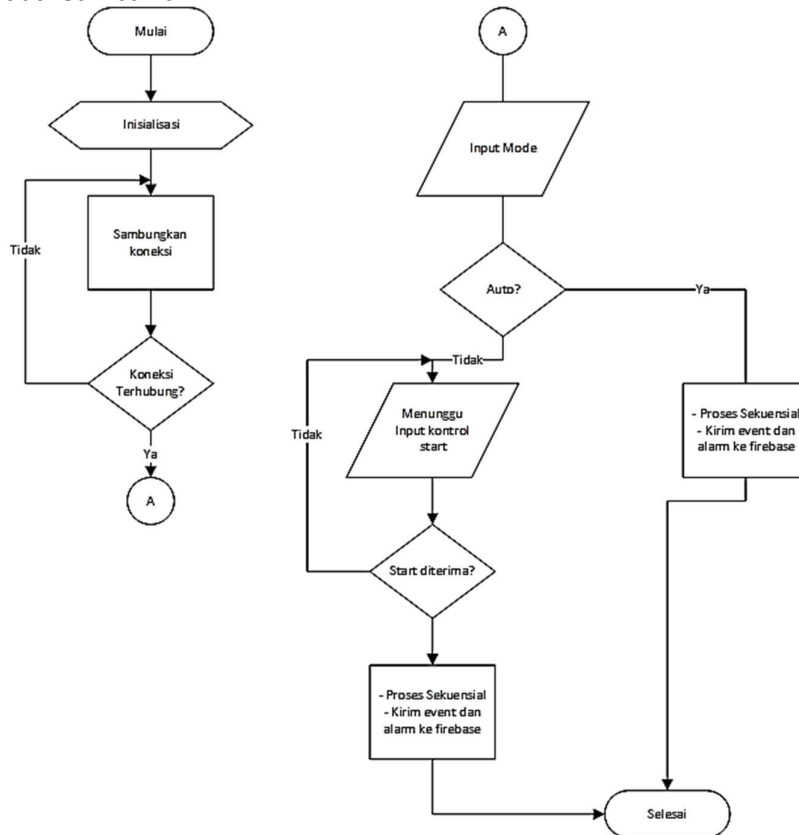
Gambar 5. Diagram Alur *Handling Station*

### 2.3 Perancangan HMI NodeRED

Berdasarkan fungsi yang akan dirancang untuk menunjang sistem *monitoring* dan kontrol *plant Testing Station* dan *Handling Station*, desain antarmuka yang akan dibangun pada HMI menggunakan aplikasi NodeRED terdiri dari Halaman Login, Input Tombol Kontrol, Lampu indikator status Animasi pergerakan station, Grafik produksi Indikator posisi pergerakan proses sekuensial *station* dan Alarm.

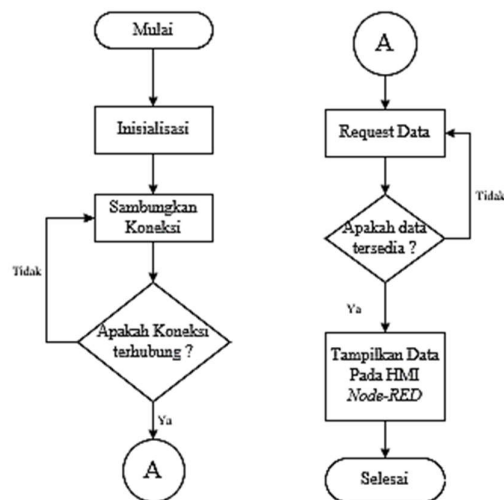
Proses Kontrol pada sistem HMI NodeRED ini dimulai dengan menyambungkan koneksi antara PLC, HMI dengan *plant*. Selanjutnya jika koneksi PLC, HMI dengan *plant* sudah terhubung maka sistem akan menunggu instruksi auto atau manual. Jika tombol auto di pilih maka proses sekuensial akan langsung berjalan tanpa harus menunggu instruksi start kemudian seluruh event dan alarm akan dikirim ke Firebase. Kemudian jika tombol manual dipilih maka sistem akan menunggu instruksi kontrol start baik dari tombol fisik ataupun dari Tombol start pada HMI. Ketika instruksi start diterima proses sekuensial pada *plant* berjalan kemudian data event

dan alarm dikirim ke firebase. Berikut diagram alur dari proses kontrol dari HMI NodeRED ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6. Diagram Alir Sistem Kontrol HMI**

Sistem *monitoring plant*, informasi yang akan ditampilkan pada layar HMI berupa data informasi sensor, indikator lampu, sekuensial dan posisi pergerakan. Pemantauan ini merupakan fungsi utama sistem monitoring yang digunakan dalam penerapan aplikasi *Node-RED* sebagai HMI dalam sistem SCADA. Berikut diagram alir dari sistem *monitoring plant*

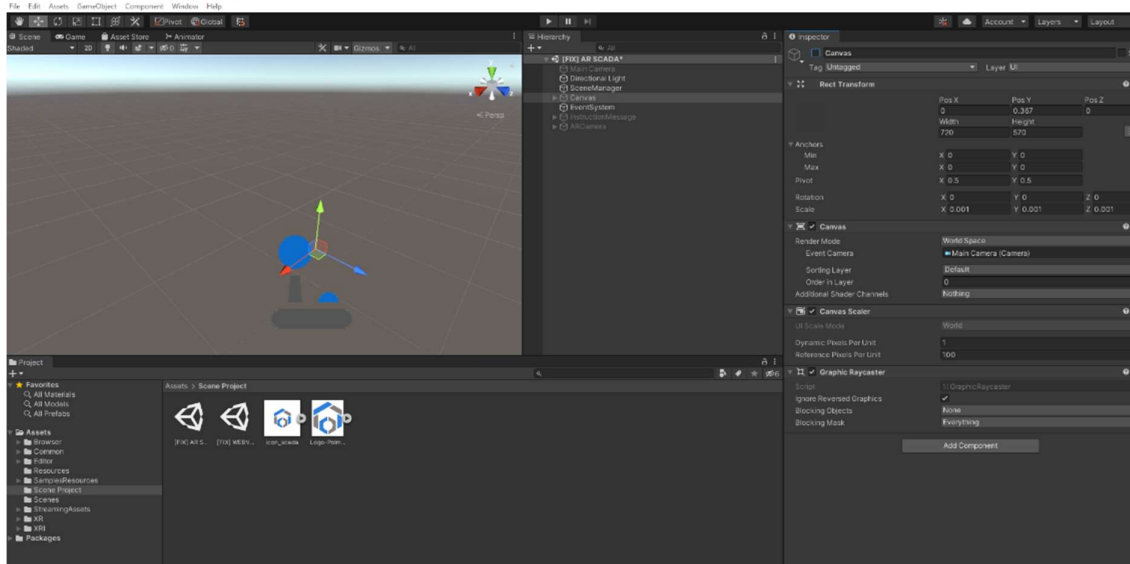


**Gambar 7. Diagram Alir Sistem Monitoring HMI**



## 2.4 Perancangan Webview Berbasis Augmented Reality

*Augmented Reality* (AR) merupakan salah satu teknologi ilmu komputer yang secara visual menggabungkan objek nyata dengan objek virtual (**Antonijevic, dkk, 2018**). Salah satu fitur utama *Augmented Reality* yang di pakai pada penelitian ini yaitu merender objek virtual dan tampilan dunia nyata secara *real time*. Objek virtual tersebut di *render* dalam bentuk *webview* dengan metode *Marker Based Tracking* yaitu salah satu metode AR yang menggunakan *marker* objek dua dimensi seperti QR Code, 2D *matrix barcode*, pola gambar dan sebagainya yang akan dibaca komputer menggunakan kamera yang tersambung dengan komputer (**Aldriyan, dkk, 2020**). Pada penelitian ini editor yang di gunakan dalam pengembangan aplikasi *Augmented Reality* yaitu Unity 3D versi 2020.3.36f1.



**Gambar 8. Unity Editor Versi 2020.3.36f1**

Selanjutnya untuk metode *Marker Based Tracking* kite perlu membuat terlebih dahulu *image tracker* menggunakan Vuforia SDK. Vuforia sendiri merupakan *tools online* yang menyediakan database dan *images tracker* untuk bisa dibaca di aplikasi Unity (**Mahendra, 2016**). Vuforia developer dapat diakses melalui alamat <https://developer.vuforia.com/>. Proses pembuatan *database marker* dimulai dengan register untuk membuat akun apabila belum memiliki akun, jika sudah selanjutnya dapat langsung login kemudian pada *License Manager* dipilih konfigurasi *Get Basic license*, dilanjutkan membuat *database* gambar *Marker*, jika sudah selesai *download database marker* dengan pilihan *unity editor*.



(a)

### Download Database

1 of 1 active targets will be downloaded

Name:  
ARSCADA\_TARGET

Select a development platform:

- Android Studio, Xcode or Visual Studio  
 Unity Editor

Cancel

Download

(b)

**Gambar 9. (a) QR Code Marker (b) Download Database Image Marker**

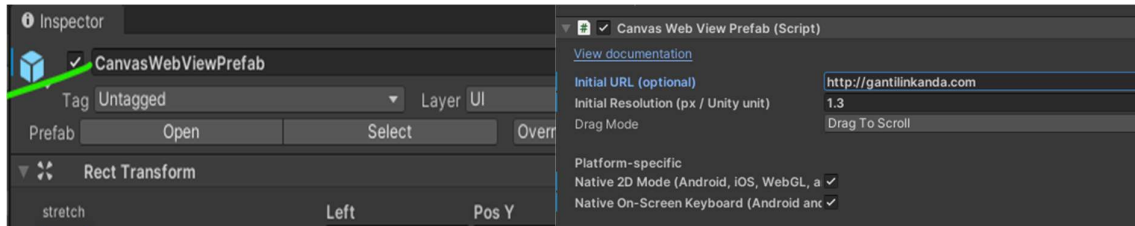


Proses selanjutnya adalah melakukan instalasi *plugin Vuforia Engine AR* pada *Unity Editor* kemudian jika sudah terinstall masukkan komponen *AR Camera* dari *Vuforia* kemudian tempelkan Database marker unity yang sudah di *download* sebelumnya ke *AR Camera* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



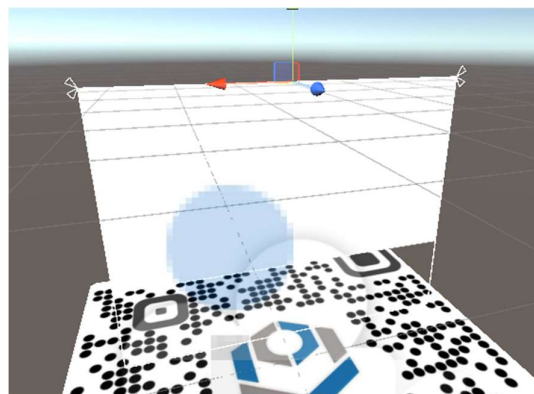
**Gambar 10. Penambahan Gambar *Marker* pada *AR Camera* *Vuforia* di *Unity Editor***

Langkah selanjutnya adalah memasukkan virtual browser ke dalam AR tersebut dengan cara *download* dan *install 3D WebView* di *Asset Store Unity*. Selanjutnya tambahkan *Canvas* dan masukkan *asset webview* yang sudah di *download* tadi ke dalam *Canvas* tersebut dan masukkan url yang akan di akses oleh *Web View* pada bagian *Web View Prefab*. Pada penelitian ini url yang dimasukkan adalah url HMI SCADA MPS NodeRED seperti yang terlihat pada Gambar 11.



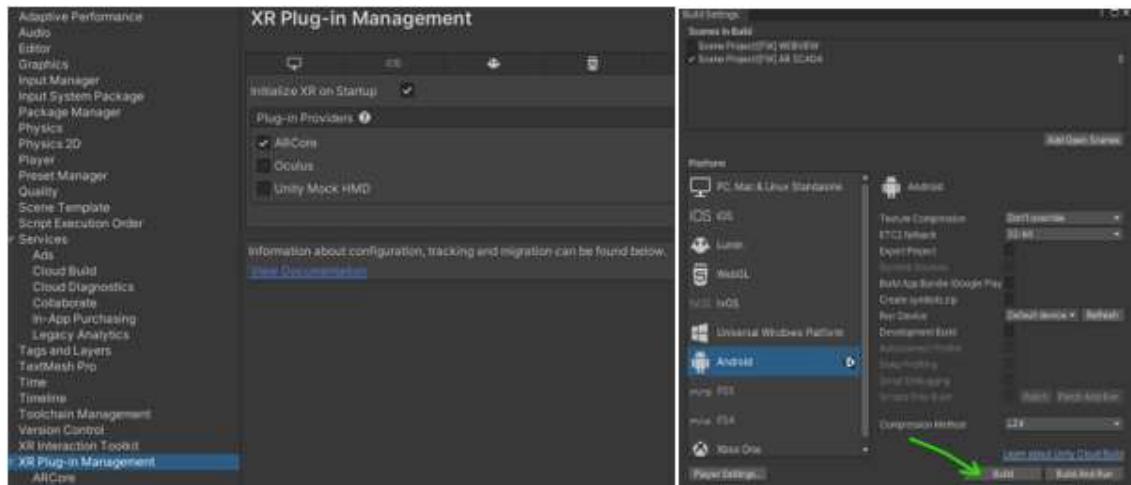
**Gambar 11. Penambahan URL pada Asset 3D *Web View* di *Unity Editor***

Kemudian proses selanjutnya atur lokasi *Canvas* yang tadi sudah dibuat berada di posisi atas *image target* AR (*marker*). Kemudian duplicate *Canvas* dan masukkan kedalam *AR Camera* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 12 di bawah ini.



**Gambar 12. Pengaturan Posisi *Canvas* dan Duplikat *Canvas* pada *AR Camera***

Proses terakhir yaitu melakukan proses *build project* ke android untuk membuat apk nya, namun sebelum di*build* anda pilih *player settings* kemudian pilih XRPluginmanagement dan centang ARCore lalu *Build Project* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 13.

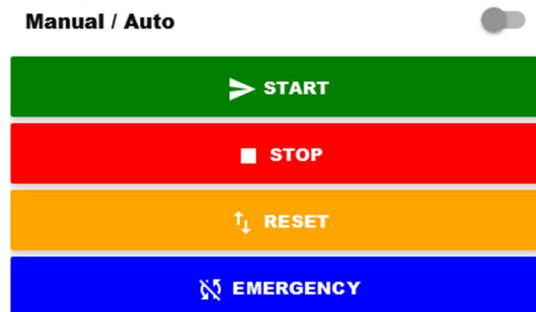


Gambar 13. Proses *Build Project* APK Android

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian Sistem Kontrol HMI NodeRED

Pada Gambar 8 ditampilkan panel kontrol HMI untuk mengendalikan *plant Testing Station* dan *Handling Station*. Kontrol *plant* bisa dilakukan dengan menekan tombol yang tersedia pada HMI. Tombol manual/Auto merupakan tombol pemilihan mode *running* pada *station*, kemudian tombol *start* berfungsi mengaktifkan pergerakan sekuensial *plant* sesuai dengan program. Tombol *stop* berfungsi untuk menghentikan pergerakan sekuensial pada *plant*. Tombol *reset* berfungsi untuk mengembalikan *plant* ke kondisi awal ketika terjadi suatu *trouble* atau masalah pada sekuensial *plant*. Tombol *emergency* berfungsi untuk menghentikan proses sekuensial ketika terjadi suatu kesalahan pada *plant*.



Gambar 14. Sistem Kontrol *Push Button* pada *Interface HMI*

#### 3.2 Pengujian Sistem Monitoring HMI NodeRED

Sistem *monitoring* pada tampilan HMI meliputi status *plant*, status sensor, produksi *plant*, *alarm* dan proses sekuensial pada *plant*. Gambar 16 menunjukkan panel monitoring pada HMI NodeRED baik di *Testing Station* ataupun *Handling Station*. Warna indicator pada panel *indicator lamp* menginformasikan status *plant* (*Ready*, *Stop*, *Reset*, *Running*, *Emergency*) dan panel monitoring status sensor berfungsi untuk menginformasikan kondisi sensor dan posisi benda kerja pada *Testing station* dan *Handling Station*.



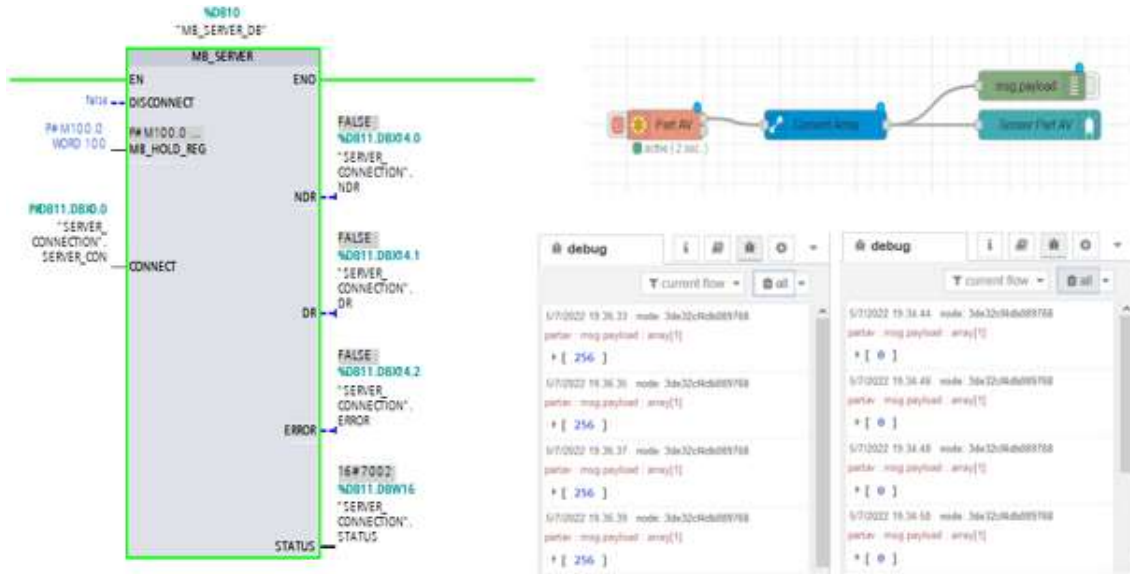
**Gambar 16. Tampilan *Monitoring* pada HMI NodeRED**

Selanjutnya panel *monitoring* jumlah produksi *plant* panel untuk mengetahui jumlah benda yang *accept* dan *reject* ditambahkan juga grafik untuk menampilkan terjadinya *accept* dan *reject* pada satuan waktu. Kemudian panel sekuensial untuk mengidentifikasi aktivitas pergerakan yang sedang berlangsung pada *plant*. Panel Alarm berfungsi untuk mengetahui seluruh aktivitas dan masalah yang sedang berlangsung pada *plant* seperti yang terlihat pada Gambar 16 *alarm* tersebut menginformasikan bahwa *plant* dapat digunakan kembali setelah mengalami *trouble* atau *emergency condition*. Pada gambar di atas diketahui *plant* dapat digunakan kembali pada pukul 04:58:58 pm setelah dilakukan perbaikan. Panel *alarm* juga ditambahkan grafik yang menampilkan berapa banyak *emergency condition* dan *reset condition* terjadi terhadap satuan waktu. Selain itu dapat diketahui juga waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki *plant* hingga dapat digunakan kembali. Aktifitas *plant* yang ditampilkan pada tabel *alarm* ada 3 kondisi, yaitu pertama ketika *plant* digunakan akan menampilkan "system is running" yang artinya sistem sedang berjalan dan dapat digunakan. Kedua, ketika *plant* mengalami masalah yang di uji coba dengan menekan tombol emg akan menampilkan data "system is error" yang artinya sistem sedang mengalami kerusakan dan dibutuhkan segera perbaikan. Ketiga, ketika *plant* sudah berhasil diperbaiki kembali dan dapat digunakan kembali maka alarm akan menampilkan informasi "system can be reused".

### 3.3 Pengujian Komunikasi Modbus TCP/IP

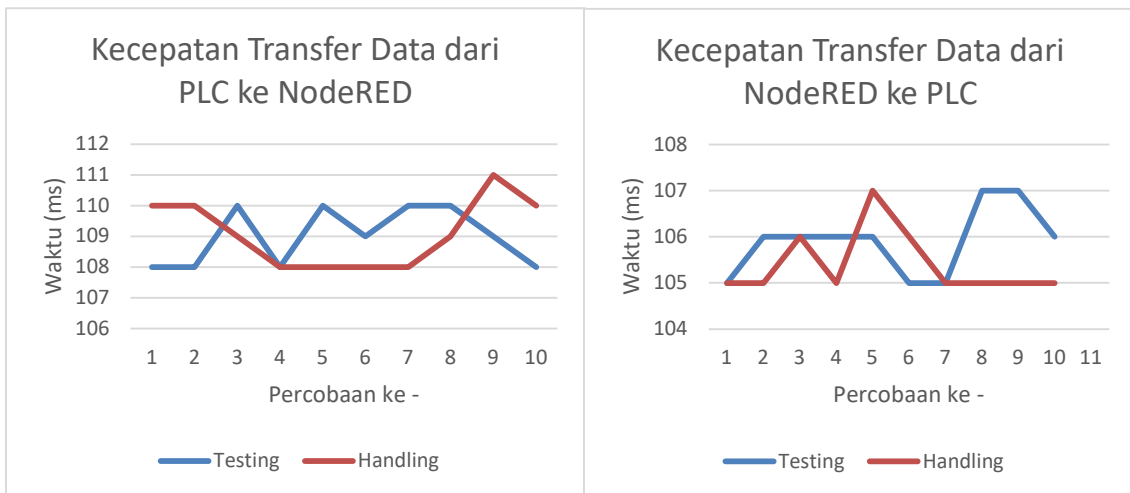
Pengujian komunikasi Modbus TCP/IP ditunjukkan oleh Gambar 17 dimana PLC dengan *Node-RED* telah terhubung dan dapat berkomunikasi untuk melakukan transaksi data, dibuktikan dengan nilai status pada Modbus TCP/IP dengan kode 16#7002 menunjukkan bahwa status tersebut Modbus dalam kondisi terhubung dengan *Node-RED* menunggu intruksi transaksi

data. Adapun dari sisi *Node-RED* berada dalam kondisi aktif dan sudah terhubung dengan PLC di tandai dengan salah satu contoh *node* yaitu *node Part AV* yang *active*. Indikator ini menunjukkan bahwa *Node-RED* dan PLC siap untuk bertukar informasi.



**Gambar 17. Pengujian Komunikasi Modbus TCP Antara PLC dan NodeRED**

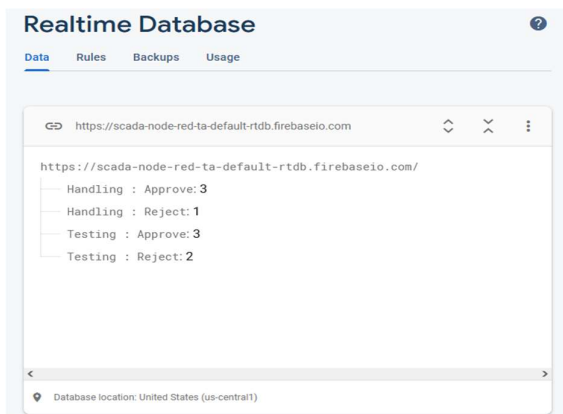
Setelah melakukan uji coba komunikasi antara PLC dan Node-RED kemudian didapatkanlah hasil pengujian berupa waktu tempuh yang dicapai ketika mengirim dan menerima data. berdasarkan hasil pengujian untuk *Testing Station* diperoleh rata-rata waktu yang ditempuh pengiriman data PLC ke PC yaitu 109 ms dan rata-rata waktu yang ditempuh saat pengiriman data PC ke PLC yaitu 106 ms. Selanjutnya hasil pengujian untuk *Handling Station* diperoleh rata-rata waktu yang ditempuh pengiriman data PLC ke PC yaitu 109 ms dan rata-rata waktu yang ditempuh saat pengiriman data PC ke PLC yaitu 105 ms. Berikut hasil yang didapatkan ketika melakukan uji coba waktu yang ditempuh untuk mengirim dan menerima data ditunjukkan oleh Gambar 18.



**(a)** Transfer Data dari PLC ke NodeRED **(b)** Transfer Data dari NodeRED ke PLC

### 3.4 Pengujian Sistem *Database*

Pengujian ini bertujuan untuk menampilkan dan menyimpan informasi *plant* terkait dengan jumlah benda kerja yang sudah di proses dan kesalahan pada sistem (*alarm*). *Database* yang ditampilkan pada sistem ini ada dua yaitu *Realtime Database* yang di tampilkan pada *firebase* dan *Historical Database* yang ditampilkan pada *Ms.excel*. *Firestore* merupakan salah satu aplikasi *Database* yang sesuai untuk diterapkan pada aplikasi *realtime*. *Firestore* mempunyai Pustaka yang lengkap baik untuk *web* ataupun *mobile*, ketika terjadi perubahan data aplikasi yang terhubung dengan *firebase* akan memperbaharui secara otomatis melalui perangkat baik di *website* ataupun *mobile* (Maulana, 2020). Berikut contoh hasil pengujian sistem *database* ditunjukkan oleh Gambar 19.



Tanggal	Waktu	Station	Status	Jumlah
7/7/2022	4:49:36 PM	Testing Station	Accept	1
7/7/2022	4:49:42 PM	Handling Station	Reject	1
7/7/2022	4:50:00 PM	Testing Station	Accept	2
7/7/2022	4:50:06 PM	Handling Station	Accept	1
7/7/2022	4:50:20 PM	Testing Station	Reject	1
7/7/2022	4:50:30 PM	Testing Station	Reject	2
7/7/2022	4:50:40 PM	Testing Station	Accept	3
7/7/2022	4:50:46 PM	Handling Station	Reject	2
7/7/2022	4:50:59 PM	Testing Station	Accept	4
7/7/2022	4:51:06 PM	Handling Station	Accept	2

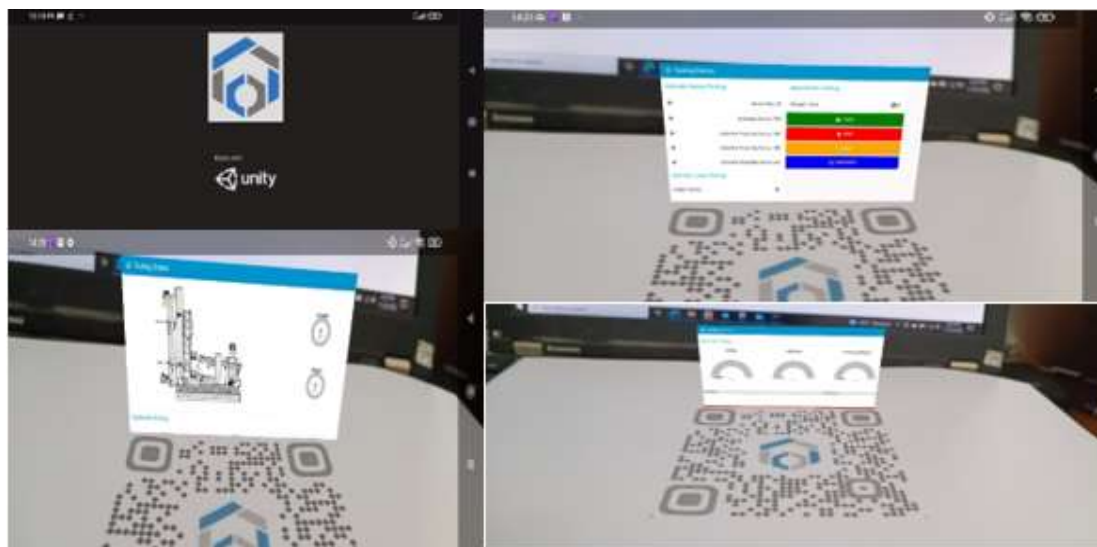
(a)

(b)

Gambar 19. (a) *Real Time Database* *Firestore* (b) *Historical Database* *Ms. Excel*

### 3.5 Pengujian Sistem *Webview* Berbasis *Augmented Reality*

Pengujian dilakukan dengan menginstall APK sistem *monitoring* SCADA MPS hasil dari proses *Build Project* menggunakan aplikasi *Unity Editor* di *Handphone* Android kemudian ketika sudah terbuka arahkan kamera ke gambar *marker* QR Code yang telah ditunjukkan pada Gambar 9 (a) kemudian sistem *webview* berbasis *Augmented Reality* berhasil tampil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Pengujian Sistem *Webview* Berbasis *Augmented Reality*

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan dan pengujian implementasi HMI berbasis *Augmented Reality* pada *SCADA Modular Production System* telah berhasil melakukan fungsi utamanya yaitu mengontrol dan *memonitoring plant Testing Station* dan *Handling Station* melalui *Webview Augmented Reality* serta mengirim seluruh *alarm/event* ke *database Firebase*. Hasil Pengujian performa komunikasi antara sistem SCADA plant Testing Station dan Handling Station komunikasi Modbus TCP/IP dengan tingkat keberhasilan 100% dengan rata-rata waktu pengiriman data PLC ke PC pada *Testing Station* yaitu 109 ms dan rata-rata waktu yang pengiriman data PC ke PLC yaitu 106 ms. Sedangkan untuk *Handling Station* diperoleh rata-rata waktu pengiriman data PLC ke PC yaitu 109 ms dan rata-rata waktu pengiriman data PC ke PLC yaitu 105 ms.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi Tahun Anggaran 2022 dengan nomor kontrak penelitian 002/P4M/SP/PDP-NAS/2022. Kami juga mengucapkan terima kasih banyak kepada Jurusan Teknik Otomasi dan Mekatronika atas fasilitas yang diberikan dan bimbingan dalam proses pengerjaan penelitian ini.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Aldriyan, A. A., & Amini, S. (2020). Penerapan Metode Marker Based Tracking Untuk Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus. *SKANIKA*, 3(4), 1-6.
- Antonijevic, M., Sucic, S., & Keserica, H. (2018). Augmented reality applications for substation management by utilizing standards-compliant scada communication. *Energies*, 11(3), 599.
- Ferencz, K., & Domokos, J. (2019). Using Node-RED platform in an industrial environment. *XXXV Jubileumi Kandó Konferencia, Budapest*, (pp. 52-63).
- Gamess, E., Smith, B., & Francia, G. (2020). Performance Evaluation of Modbus TCP in Normal Operation and Under a Distributed Denial of Service Attack. *International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC)*, 12(2), 1-21.
- Jakl, A., Schöffler, L., Husinsky, M., & Wagner, M. (2018). Augmented Reality for Industry 4.0: Architecture and User Experience. In *FMT* (pp. 38-42).
- Mahendra, I. B. M. (2016). Implementasi Augmented Reality (Ar) Menggunakan Unity 3D Dan Vuforia Sdk. *Jurnal Ilmu Komputer (JIK)*, 9(1), 1-5.
- Maulana, I. F. (2020). Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi E-Tilang Smartphone berbasis Mobile Android. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 4(5), 854-863.



- Mensah, A. K., Etonam, A. K., Mayabi, A. O., Di Gravio, G., & Cheruiyot, C. (2019). A real-time augmented reality system for water distribution system. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, *8*(3), 3098-3101.
- Nee, A. Y., Ong, S. K., Chryssolouris, G., & Mourtzis, D. (2012). Augmented reality applications in design and manufacturing. *CIRP annals*, *61*(2), 657-679.
- Nițulescu, I. V., & Korodi, A. (2020). Supervisory control and data acquisition approach in node-RED: Application and discussions. *IoT*, *1*(1), 5.
- Portilla, N. B., de Queiroz, M. H., & Cury, J. E. (2014). Integration of supervisory control with SCADA system for a flexible manufacturing cell. In *2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, (pp. 261-266).
- Sartika, E. M., Sarjono, T. R., & Christian, K. (2021, April). Modular Production System Control Using Supervisory Control Theory Method. In *Journal of Physics: Conference Series*, (Vol. 1858, No. 1, p. 012095).
- Scotti, W. A., Portilla, N. B., de Queiroz, M. H., & Cury, J. E. (2015, August). Modular and systematic design of supervisory control system integrating PLC, SCADA and task routing for a modular production system. In *2015 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, (pp. 807-812).
- Taufiq. (2017). *Modul Teknik Mekatronika Modular Production System (MPS) Stasiun Distribusi dengan Siemens S7300*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Yudha, S. (2021). *Tantangan Perkembangan Teknologi di Masa Pandemi*. Retrieved from [www.uinjkt.ac.id](http://www.uinjkt.ac.id).