

# Monitoring dan Komunikasi Pada Massive 3D Printer Dengan Material Sampah Plastik Berbasis IoT

1<sup>st</sup> Reyhan Rizky Amal  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

reyriamal@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Muhammad Ridho Rosa  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

mridhorosa@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Irham Mulkan Rodiana  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

irhammulkan@telkomuniversity.ac.id

*Sampah plastik merupakan sebuah permasalahan berskala global yang solusi optimalnya masih belum ditemukan. Sisa dari sampah yang tidak di daur ulang menyebabkan pencemaran lingkungan seperti pencemaran air, udara, dan tanah. Hasil daur ulang sampah plastik banyak menghasilkan produk yang nilainya lebih rendah daripada sebelum di daur ulang. Untuk membantu mengurangi daur ulang sampah plastik, muncul sebuah ide untuk membuat Rancang Bangun Massive 3D Printer, yang materialnya berasal dari sampah plastik dengan sampah plastik berjenis Polypropylene (PP) dan Polyethylene Terephthalate (PET). Dengan perancangan 3D printer yang menggunakan material sampah plastik ini, daur ulang sampah plastik akan menjadi produk yang memiliki value dan memiliki harga jual yang lebih tinggi serta hasil produk nantinya dapat menjadi dekorasi rumah. Pada penyusunan tugas akhir ini, penulis berfokus pada aplikasi khusus pada Android. Aplikasi ini akan terhubung dengan mesin 3D printer melalui platform IoT. Aplikasi ini ditujukan sebagai monitoring pada mesin 3D printer untuk mencegah adanya malfungsi dan kejadian yang tidak diinginkan pada mesin 3D printer terutama terjadinya overheating. Pada perancangan ini diharapkan dapat memadai kebutuhan dari mesin 3D printer dengan material sampah plastik yang akan dikembangkan, sehingga akan membantu mengurangi daur ulang yang kurang optimal dari sampah plastik.*

**Kata kunci—** *sampah plastik, 3d printer, android app, monitoring, IoT.*

## I. PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan sebuah permasalahan di Indonesia yang solusi optimalnya masih belum ditemukan. Tidak hanya di Indonesia, permasalahan sampah plastik ini bahkan menjadi permasalahan yang berskala global di seluruh dunia. Dari data Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton setiap tahunnya. Di luar Indonesia, negara-negara besar di dunia bisa menghasilkan sampah plastik hingga 1,3 miliar ton setiap tahunnya. Data dari *World Bank* memperkirakan bahwa jumlah penghasilan sampah plastik ini akan terus

bertambah hingga 2,2 miliar ton pada tahun 2025 mendatang [1].

Sisa dari sampah yang tidak di daur ulang menyebabkan pencemaran lingkungan seperti pencemaran air, udara, dan tanah. Hasil daur ulang sampah plastik banyak menghasilkan produk yang nilainya lebih rendah daripada sebelum di daur ulang. Untuk membantu mengurangi daur ulang sampah plastik, muncul sebuah ide untuk membuat Rancang Bangun Massive 3D Printer, yang materialnya berasal dari sampah plastik dengan sampah plastik berjenis Polypropylene (PP) dan Polyethylene Terephthalate (PET). 3D printer itu sendiri adalah sebuah mesin printing yang berfungsi untuk mencetak objek secara 3 dimensi yang bisa dilihat, dipegang, dan mempunyai volume padat. Dengan mesin 3D printer untuk mengolah sampah plastik ini, daur ulang sampah plastik bisa menjadi produk yang memiliki value dan memiliki harga jual yang lebih tinggi serta hasil produk nantinya dapat menjadi dekorasi rumah.

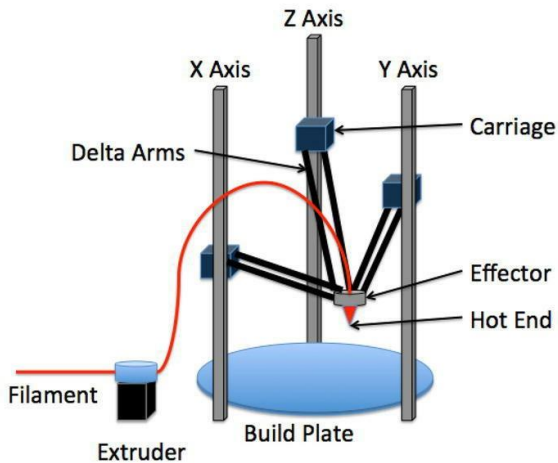
Pada penyusunan tugas akhir Rancang Bangun Massive 3D Printer ini, penulis berfokus pada aplikasi khusus pada Android. Aplikasi ini akan terhubung dengan mesin 3D printer melalui platform IoT. Aplikasi ini ditujukan sebagai monitoring pada mesin 3D printer untuk mencegah adanya malfungsi dan kejadian yang tidak diinginkan pada mesin 3D printer terutama terjadinya overheating. Pada perancangan Tugas Akhir ini diharapkan dapat memadai kebutuhan dari mesin 3D printer dengan material sampah plastik yang akan dikembangkan, sehingga akan membantu mengurangi daur ulang yang kurang optimal dari sampah plastik.

## II. KAJIAN TEORI

### A. 3D Printer

Teknologi 3D printing merupakan sebuah teknologi manufaktur dalam Revolusi Industri 4.0. 3D printing termasuk ke dalam konsep *Additive Manufacturing*. Berbeda halnya Computer Numerically Control (CNC) yang melakukan *subtractive manufacturing*, *additive manufacturing* merupakan proses menjadikan suatu objek

padat 3 dimensi berdasarkan susunan lapisan (*layer*) bahan yang dibentuk oleh *file digital*.



GAMBAR 1  
(3D PRINTER)

Gambar 1 merupakan komponen-komponen utama dari mesin 3D printer tipe delta dengan fungsinya sebagai berikut [2]:

1. Ekstruder  
Disebut sebagai *print head* atau *cold end*, fungsinya mengantarkan filamen menuju *nozzle heater*.
2. Sumbu X, Y, Z  
Sumbu disusun secara vertikal dan label berlawanan arah jarum jam sebagai X, Y, Z.
3. Carriage  
Sebagai pendorong lengan dengan gerak ke atas ke bawah secara vertikal bergerak melalui *pulley*.
4. Effector  
Terhubung dengan lengan yang bergerak melalui derajat kebebasan XYZ dan tempat *nozzle heater*.
5. Lengan Delta  
Tiga lengan yang terhubung pada *carriage* dan *effector* yang bergerak sesuai derajat kebebasan XYZ.
6. Hot End  
Pemanas khusus yang memanaskan *nozzle* untuk mencair (*glassing*) filamen untuk ekstrusi.

### B. Internet of Things

IoT atau *Internet of Things* merupakan sebuah sistem perangkat-perangkat keras yang terkoneksi antar satu dengan yang lainnya, serta dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan memanfaatkan konektivitas dari internet [3]. IoT memiliki kemampuan untuk berbagi data dan informasi melalui jaringan dengan campur tangan manusia yang sedikit, sehingga memungkinkan adanya komunikasi, pengendalian, dan kerjasama antar perangkat melalui jaringan internet.

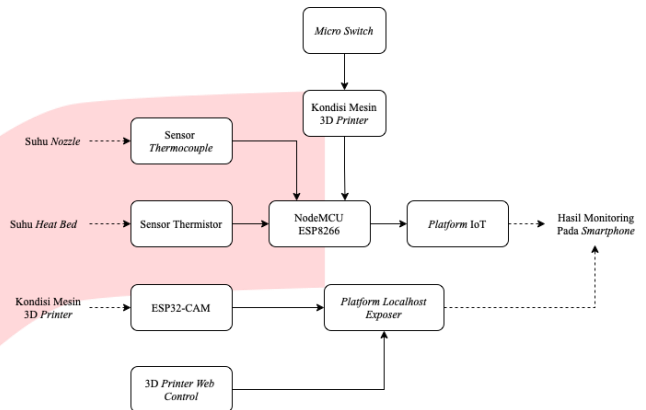
### C. Quality of Service

*Quality of Service* (QoS) merupakan metode penilaian atau pengukur yang berkaitan dengan kualitas suatu jaringan. Adapun standar parameter-parameter yang dipergunakan

dalam mengukur QoS adalah *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*. Parameter-parameter tersebut berdasarkan *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON) yang dikeluarkan oleh *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI). Standar ini yang umum dan banyak digunakan dalam pengujian kualitas sebuah jaringan [4] [5]. Hal-hal ini yang nantinya digunakan untuk mengukur pengiriman data menuju *platform IoT*.

## III. METODE

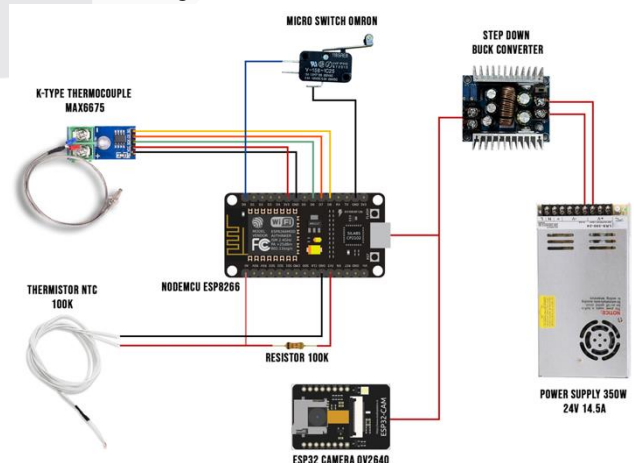
### A. Desain Sistem



GAMBAR 2  
(DESAIN SISTEM)

Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah aplikasi pada Android yang dapat *monitoring* mesin 3D printer. 3D printer ini akan menggunakan sampah plastik sebagai bahan materialnya. Pada perancangan ini, aplikasi dirancang untuk dapat *monitoring* 3D printer dengan menerima beberapa data dari mesin 3D printer selama mesin sedang melakukan proses *printing*. Aplikasi ini akan *monitoring* suhu dan kondisi mesin dari 3D printer. Sensor suhu digunakan untuk mengukur suhu *nozzle* dan *heat bed* pada mesin 3D printer. *Monitoring* kondisi 3D printer disini menggunakan *switch* dan kamera untuk *live streaming video* dari mesin 3D printer. Data dari sensor suhu dan *switch* akan dikirim ke mikrokontroler dan akan ditampilkan pada *smartphone*.

### B. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 3

(DESAIN PERANGKAT KERAS)

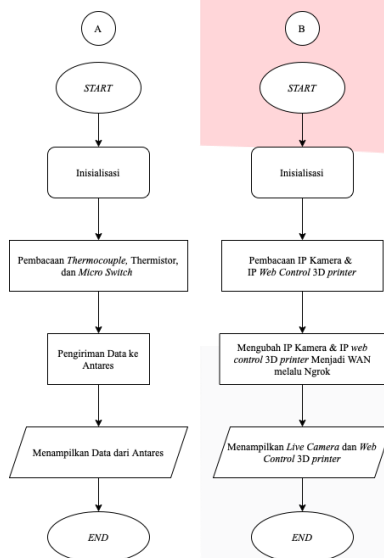
Pada Gambar 3 menunjukkan detail dari komponen dan wiring. Power supply dari 3D printer akan dihubungkan ke step down buck converter untuk menurunkan arus dan tegangan yang akan di alirkan ke NodeMCU ESP8266 dan ESP32 CAM. Pembacaan suhu akan di lakukan dari thermocouple dan thermistor ke NodeMCU. Micro switch dihubungkan ke NodeMCU ESP8266 sebagai penanda sudah atau belumnya proses printing pada mesin 3D printer. Setelah beberapa data tersebut diterima, NodeMCU akan mengirim data tersebut ke platform IoT.



GAMBAR 5  
(MASSIVE 3D PRINTER)

Gambar 5 diatas merupakan tampilan dari mesin Massive 3D Printer yang sudah dirancang.

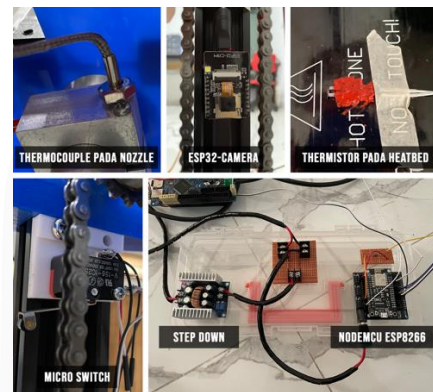
C. Desain Perangkat Lunak



GAMBAR 4  
(DIAGRAM ALIR SISTEM)

Gambar 4 merupakan diagram alir sistem atau flowchart pada aplikasi Android untuk mesin 3D printer. Pada diagram A diatas, NodeMCU ESP8266 akan mengirimkan hasil pembacaan sensor ke Antares. Selanjutnya pada diagram B, ESP32-CAM yang pada umum nya hanya bisa di akses secara local area network (LAN), akan diubah menjadi wide area network (WAN), sehingga IP address dari ESP32-CAM dapat diakses dari jaringan internet manapun. Mengubah LAN menjadi WAN ini menggunakan platform localhost exposer yaitu Ngrok. Pada aplikasi Android, aplikasi akan menerima data dari Antares dan akan terus diperbarui setiap ada data yang masuk ke Antares. Data suhu dan kondisi 3D printer akan di tampilkan di aplikasi Android. Aplikasi Android dapat melihat live streaming video dan membuka web control 3D printer yang sudah diubah menjadi WAN oleh Ngrok.

A. Implementasi Alat



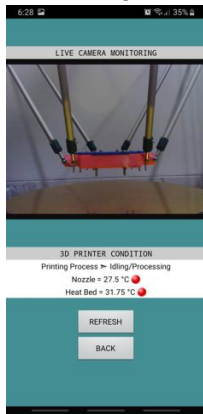
GAMBAR 6  
(IMPLEMENTASI ALAT)

Pada Gambar 4.2 diatas menunjukkan hasil realisasi alat yang telah dirancang. Proses dimulai dari menghubungkan Power Supply ke Step Down Buck Converter untuk menurunkan arus dan tegangan agar sesuai dengan arus dan tegangan yang dapat diterima oleh NodeMCU ESP8266 dan ESP32-CAM. Setelah power sudah masuk ke NodeMCU ESP8266 dan ESP32-CAM, NodeMCU ESP8266 akan menerima pembacaan dari sensor suhu thermocouple, thermistor, dan micro switch sebagai penanda apakah proses printing sudah selesai atau belum. Pembacaan yang diterima NodeMCU ESP8266 akan dikirim ke Antares. Selanjutnya, data pada Antares akan diambil oleh aplikasi Android. Setelah ESP32-CAM tersambung oleh power, ESP32-CAM akan otomatis memiliki IP Address dan IP Address tersebut akan diubah menjadi WAN yang sebelumnya merupakan LAN. Perubahan tersebut menggunakan platform localhost exposer yaitu website Ngrok. Ketika sudah berubah menjadi WAN, live streaming video pada IP address ESP32-CAM sudah

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

dapat diakses oleh aplikasi Android dengan jaringan manapun.

B. Pengujian Sistem *Monitoring* Berbasis IoT



GAMBAR 7 (HALAMAN *MONITORING* PADA ANDROID APP)

Gambar 7 menunjukkan tampilan menu bagian *monitoring* pada aplikasi Android yang telah dibuat dengan menggunakan MIT App Inventor. Aplikasi yang dirancang hanya dapat digunakan pada *operating system* (OS) Android. Pada Gambar 7, bagian *Live Camera Monitoring* menunjukkan tampilan *live streaming video* kamera yang menampilkan kondisi proses *printing* dari mesin 3D printer. Di bagian *3D Printer Condition*, pengguna juga dapat melihat suhu *nozzle* dan *heat bed* dari mesin 3D printer yang telah diterima dari Antares. Pengguna juga dapat melihat apakah mesin 3D printer sedang dalam kondisi *Idle/Printing* atau *Printing Complete* pada bagian *Printing Process*. Terdapat indikator *alert*, *alert* tersebut berupa indikator merah yang akan muncul ketika suhu berada pada angka yang tidak normal ketika proses *printing*. Suhu normal pada *nozzle* adalah antara 190°C sampai 210°C dan pada *heat bed* antara 50°C sampai 65°C.

C. Pengujian *Quality Of Service* Dalam Pengiriman Data

Pada sub-bab ini penulis melakukan pengujian untuk mengetahui performa sistem komunikasi pada aplikasi yang telah dirancang. Untuk mengetahui sistem berjalan sesuai dengan apa yang dirancang oleh penulis, maka dilakukan pengujian meliputi *Quality of Service* yang meliputi 4 parameter yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*.

1. Throughput

Pengujian *throughput* dilakukan pada aplikasi Wireshark. Menghitung *throughput* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Throughput = \frac{Jumlah\ Bytes}{Lama\ Pengamatan\ (Time\ Span)}$$

Berikut adalah hasil pengujian *throughput* dengan menggunakan aplikasi Wireshark.

Statistics			
Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	4320	4320 (100.0%)	—
Time span, s	593.197	593.197	—
Average pps	7.3	7.3	—
Average packet size, B	221	221	—
Bytes	953582	953582 (100.0%)	0
Average bytes/s	1607	1607	—
Average bits/s	12 k	12 k	—

GAMBAR 8 (HASIL PENGUJIAN PADA WIRESHARK)

Hasil diatas merupakan percobaan dari pengiriman data ke Antares sebanyak 70 data. Dari hasil Wireshark di atas rata-rata *throughput* dan nilai yang di dapat adalah 1607.53 Bytes/s atau 12860.24 bit/s. Hal ini menandakan bahwa data yang dikirim dalam selang waktu tertentu berhasil dengan kecepatan transfer yang efektif.

2. Packet loss

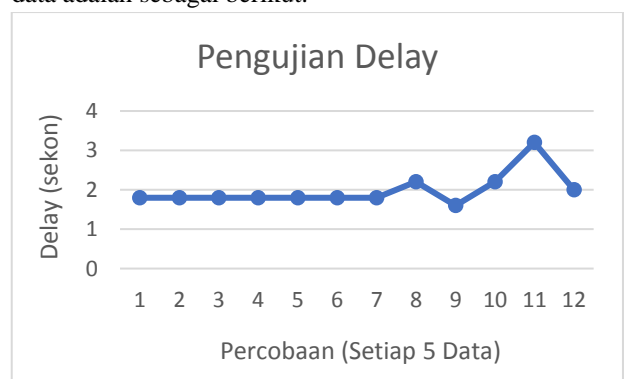
Pengujian *packet loss* diambil dari paket data yang dikirim dan diterima. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirim data ke *platform* IoT, lalu di cek berapa banyak data yang diterima oleh *platform* IoT. Menghitung *packet loss* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Packet\ Loss = \frac{(Paket\ Data\ Dikirim - Data\ Diterima) \times 100\%}{Paket\ Data\ Dikirim}$$

Pengujian *packet loss* dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap 60 kali pengiriman data. Hasil dari pengujian *packet loss* didapatkan tidak ada paket data yang hilang karena semua data berhasil diterima oleh Antares sehingga komunikasi antara Antares dan alat berjalan dengan baik. Hasil *packet loss* ini tergolong sangat bagus karena tidak adanya paket data yang hilang.

3. Delay

Pengujian *delay* dilakukan dengan menghitung selisih waktu antara pembacaan di Antares dengan *serial monitor* pada Arduino IDE. Pengujian dilakukan dengan pengiriman 60 data pembacaan sensor suhu dari NodeMCU ESP8266 menuju Antares. Penghitungan dilakukan dengan membandingkan waktu yang muncul pada *serial monitor* di Arduino IDE dan waktu yang muncul pada Antares. Hasil pengujian *delay* pengiriman data adalah sebagai berikut.



GAMBAR 9  
(PENGUJIAN DELAY)

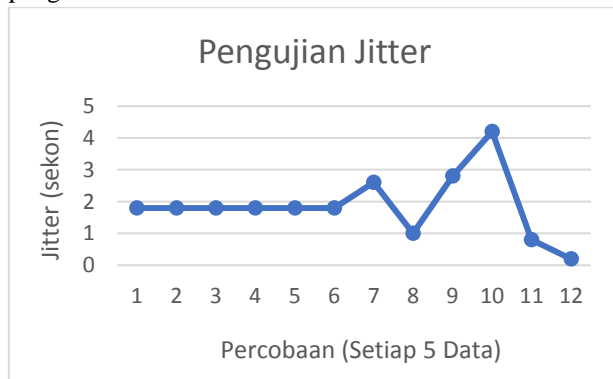
Pada Gambar 9 diatas menunjukkan *delay* pengiriman setiap 5 data. Dari hasil pengujian di atas dan dengan menggunakan Persamaan 4.3 maka dapat diambil bahwa *delay* pengiriman data dari NodeMCU ESP8266 ke Antares adalah 23,8 detik dengan rata-rata 1,983 detik. Nilai rata-rata ini tergolong dengan kategori baik. Dengan rata-rata *delay* yang tidak begitu besar, sistem dapat memberikan informasi ke pengguna mengenai kondisi 3D printer dengan baik.

#### 4. Jitter

Pengujian *jitter* dilakukan dengan cara mengambil data yang sudah didapat dari pengujian *delay* sebelumnya. *Jitter* memiliki perhitungan yang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ Paket\ Yang\ Diterima}$$

Berikut adalah hasil pengujian *jitter* dari 60 kali pengiriman data.



GAMBAR 10  
(PENGUJIAN JITTER)

Pada Gambar 10 diatas menunjukkan *jitter* pengiriman setiap 5 data. Dari hasil pengujian di atas maka dapat diambil bahwa *jitter* pengiriman data dari

NodeMCU ESP8266 ke Antares adalah 22,4 detik dengan rata-rata 1,866 detik.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, aplikasi Android dapat menerima data yang telah dikirim ke Antares, lalu ditampilkan dengan baik pada interface aplikasi Android. Pengiriman data ke Antares melalui jaringan internet memiliki *delay* dengan rata-rata 1,983 detik dan memiliki *quality of service* yang baik.

#### REFERENSI

- [1] "Bahaya Sampah Plastik Dan Solusi Mengatasinya", 12 Juli 2021, <https://www.rumah.com/panduan-properti/sampah-plastik-masalah-yang-muncul-dan-solusinya-27262>. (accessed Oct. 14, 2021)
- [2] Bell, Charles. *3D Printing with Delta printers*. Apress, 2015.
- [3] Whitmore, Andrew, et al. "The Internet of Things—a Survey of Topics and Trends." *Information Systems Frontiers*, vol. 17, no. 2, 2014, pp. 261–274., <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9489-2>.
- [4] M. Purwahid and J. Trikola, "Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Untuk Mendukung Rencana Strategis Infrastruktur Jaringan Komputer Di SMK N 1 Sukadana," *JTKSI*, vol. 2, no. 3, pp. 100-109, 2019.
- [5] I. B. A. E. M. Putra, M. S. I. Adnyana and L. Jasa, "Analisis Quality of Service Pada Jaringan Komputer," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 20, no. 1, pp. 95-101, 2021.