

ULTIMA Computing

Jurnal Sistem Komputer

MARCELLA ASTRID, KANISIUS KARYONO

Konversi Timbangan Digital untuk Pengukuran Volume pada Aplikasi Wadah Pintar (41-46)

NABILA HUSNA SHABRINA, SAMUEL

Analisis Pola Radiasi Antena Dipole pada aplikasi Wireless Sensor Networks di Industrial Site (47-52)

ALVIN HANJAYA TANDRIAN, ADHI KUSNADI

Pengenalan Pola Tulang Daun Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (53-58)

D. J. OWEN HOETAMA, FARICA PERDANA PUTRI, P.M. WINARNO

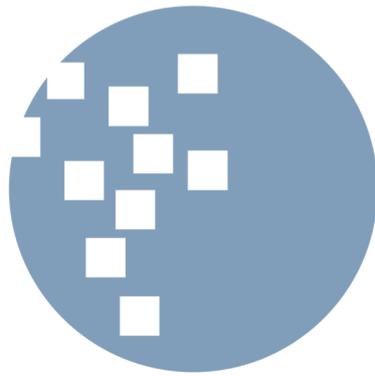
Algoritma Fisher-Yates Shuffle dan Flood Fill sebagai Maze Generator pada Game Labirin (59-64)

NAWAN TUTU SYAH LAMPAH, EKO BUDI SETIAWAN

Aplikasi Asesmen Anak Berkebutuhan Khusus di SLB Rafaha Arjasari Menggunakan Progressive Web App (65-74)

ANDREY ANDOKO, KARYONO, ELLIANTO

Dampak Gamifikasi Tangga Interaktif untuk Mengubah Kebiasaan Manusia Studi Kasus Universitas Multimedia Nusantara (75-80)



UMN

SUSUNAN REDAKSI

Pelindung

Dr. Ninok Leksono

Penanggungjawab

Dr. Ir. P.M. Winarno, M.Kom.

Pemimpin Umum

Hargyo Tri Nugroho Ignatius, S.Kom., M.Sc.

Mitra Bestari

(UMN) Hira Meidia, B.Eng., Ph.D.

(UMN) Dr. Rangga Winantyo, Ph.D.

(UMN) Dr. Hugeng, S.T., M.T.

(Universitas Indonesia) Filbert Hilman Juwono,

S.T., M.T.

(Tanri Abeng University) Nur Afny Catur

Andryani, M.Sc.

(UMN) Kanisius Karyono, S.T., M.T.

(UMN) Felix Lokananta, S.Kom., M.Eng.Sc.

(UMN) Samuel, M.T.I.

(UMN) Adhi Kusnadi, S.T., M.Si.

(UMN) Wolfgang Xaverius D. J. N., S.T., M.Sc.

(UMN) Nabila Husna Shabrina, S.T., M.T.

Ketua Dewan Redaksi

Ni Made Satvika Iswari, S.T., M.T.

Dewan Redaksi

Wella, S.Kom., M.MSI., COBIT5

Samuel, M.T.I.

Desainer & Layouter

Wella, S.Kom., M.MSI., COBIT5

Sirkulasi dan Distribusi

Sularmin

Keuangan

I Made Gede Suteja, S.E.

ALAMAT REDAKSI

Universitas Multimedia Nusantara (UMN)

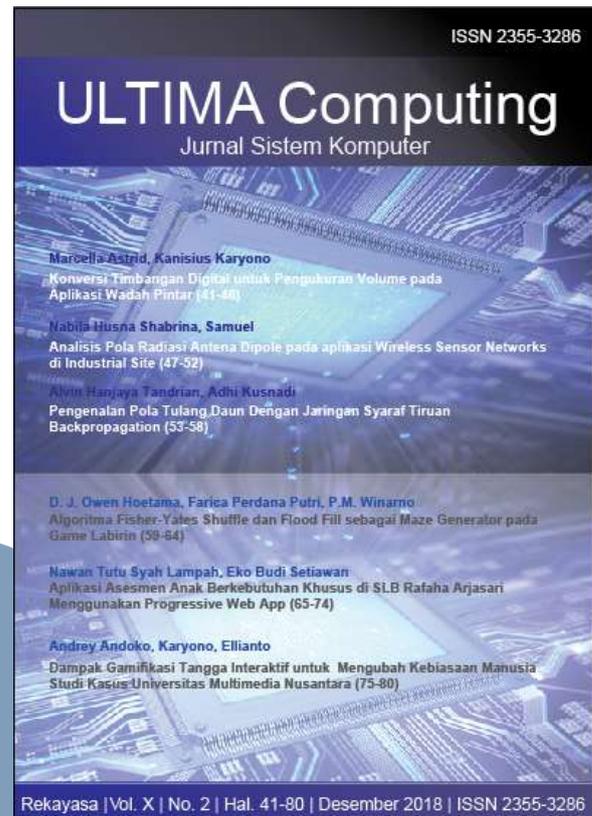
Jl. Scientia Boulevard, Gading Serpong

Tangerang, Banten, 15811

Tlp. (021) 5422 0808

Faks. (021) 5422 0800

Email: ultimacomputing@umn.ac.id



Jurnal **ULTIMA Computing** merupakan Jurnal Program Studi Sistem Komputer Universitas Multimedia Nusantara yang menyajikan artikel-artikel penelitian ilmiah dalam bidang Sistem Komputer serta isu-isu teoritis dan praktis yang terkini, mencakup komputasi, organisasi dan arsitektur komputer, *programming*, *embedded system*, sistem operasi, jaringan dan internet, integrasi sistem, serta topik lainnya di bidang Sistem Komputer. Jurnal ULTIMA Computing terbit secara berkala dua kali dalam setahun (Juni dan Desember) dan dikelola oleh Program Studi Sistem Komputer Universitas Multimedia Nusantara bekerjasama dengan UMN Press.

Call for Paper



International Journal of New Media Technology (IJNMT) is a scholarly open access, peer-reviewed, and interdisciplinary journal focusing on theories, methods and implementations of new media technology. IJNMT is published annually by Faculty of Engineering and Informatics, Universitas Multimedia Nusantara in cooperation with UMN Press. Topics include, but not limited to digital technology for creative industry, infrastructure technology, computing communication and networking, signal and image processing, intelligent system, control and embedded system, mobile and web based system, robotics

Important Dates

April 30th, 2019

Deadline for submission of papers

May 31st, 2019

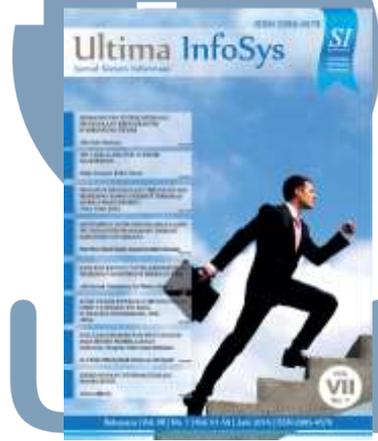
Announcement for Acceptance

June 14th, 2019

Deadline for submission of final papers



Jurnal ULTIMATICS merupakan Jurnal Program Studi Teknik Informatika Universitas Multimedia Nusantara yang menyajikan artikel-artikel penelitian ilmiah dalam bidang analisis dan desain sistem, *programming*, algoritma, rekayasa perangkat lunak, serta isu-isu teoritis dan praktis yang terkini, mencakup komputasi, kecerdasan buatan, pemrograman sistem *mobile*, serta topik lainnya di bidang Teknik Informatika.



Jurnal ULTIMA InfoSys merupakan Jurnal Program Studi Sistem Informasi Universitas Multimedia Nusantara yang menyajikan artikel-artikel penelitian ilmiah dalam bidang Sistem Informasi, serta isu-isu teoritis dan praktis yang terkini, mencakup sistem basis data, sistem informasi manajemen, analisis dan pengembangan sistem, manajemen proyek sistem informasi, *programming*, *mobile information system*, dan topik lainnya terkait Sistem Informasi.



Jurnal ULTIMA Computing merupakan Jurnal Program Studi Sistem Komputer Universitas Multimedia Nusantara yang menyajikan artikel-artikel penelitian ilmiah dalam bidang Sistem Komputer serta isu-isu teoritis dan praktis yang terkini, mencakup komputasi, organisasi dan arsitektur komputer, *programming*, *embedded system*, sistem operasi, jaringan dan internet, integrasi sistem, serta topik lainnya di bidang Sistem Komputer.

DAFTAR ISI

Konversi Timbangan Digital untuk Pengukuran Volume pada Aplikasi Wadah Pintar	
Marcella Astrid, Kanisius Karyono	41-46
Analisis Pola Radiasi Antena Dipole pada aplikasi Wireless Sensor Networks di Industrial Site	
Nabila Husna Shabrina, Samuel	47-52
Pengenalan Pola Tulang Daun Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation	
Alvin Hanjaya Tandrian, Adhi Kusnadi	53-58
Algoritma Fisher-Yates Shuffle dan Flood Fill sebagai Maze Generator pada Game Labirin	
D. J. Owen Hoetama, Farica Perdana Putri, P.M. Winarno	59-64
Aplikasi Asesmen Anak Berkebutuhan Khusus di SLB Rafaha Arjasari Menggunakan Progressive Web App	
Nawan Tutu Syah Lampah, Eko Budi Setiawan	65-74
Dampak Gamifikasi Tangga Interaktif untuk Mengubah Kebiasaan Manusia Studi Kasus Universitas Multimedia Nusantara	
Andrey Andoko, Karyono, Ellianto	75-80



UMN

KATA PENGANTAR

Salam ULTIMA!

ULTIMA Computing – Jurnal Sistem Komputer UMN kembali menjumpai para pembaca dalam terbitan saat ini Edisi Desember 2018, Volume X, No. 2. Jurnal ini menyajikan artikel-artikel ilmiah hasil penelitian mengenai komputasi, organisasi dan arsitektur komputer, programming, embedded system, sistem operasi, jaringan dan internet, integrasi sistem, serta topik lainnya di bidang Sistem Komputer.

Pada ULTIMA Computing Edisi Desember 2018 ini, terdapat enam artikel ilmiah yang berasal dari para peneliti, akademisi, dan praktisi di bidang Sistem Komputer, yang mengangkat beragam topik, antara lain: Konversi Timbangan Digital untuk Pengukuran Volume pada Aplikasi Wadah Pintar; Analisis Pola Radiasi Antena Dipole pada aplikasi Wireless Sensor Networks di Industrial Site; Pengenalan Pola Tulang Daun Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation; Algoritma Fisher-Yates Shuffle dan Flood Fill sebagai Maze Generator pada Game Labirin; Aplikasi Asesmen Anak Berkebutuhan Khusus di SLB Rafaha Arjasari Menggunakan Progressive Web App; Dampak Gamifikasi Tangga Interaktif untuk Mengubah Kebiasaan Manusia Studi Kasus Universitas Multimedia Nusantara.

Pada kesempatan kali ini juga kami ingin mengundang partisipasi para pembaca yang budiman, para peneliti, akademisi, maupun praktisi, di bidang Teknik dan Informatika, untuk mengirimkan karya ilmiah yang berkualitas pada: *International Journal of New Media Technology* (IJNMT), ULTIMATICS, ULTIMA InfoSys, ULTIMA Computing. Informasi mengenai pedoman dan *template* penulisan, serta informasi terkait lainnya dapat diperoleh melalui alamat surel ultimacomputing@umn.ac.id.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh kontributor dalam ULTIMA Computing Edisi Desember 2018 ini. Kami berharap artikel-artikel ilmiah hasil penelitian dalam jurnal ini dapat bermanfaat dan memberikan sumbangsih terhadap perkembangan penelitian dan keilmuan di Indonesia.

Desember 2018,

Ni Made Satvika Iswari, S.T., M.T.
Ketua Dewan Redaksi

Konversi Timbangan Digital untuk Pengukuran Volume pada Aplikasi Wadah Pintar

Marcella Astrid¹, Kanisius Karyono²

Program Studi Sistem Komputer, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia

marcella.astrid@student.umn.ac.id

karyono@umn.ac.id

Diterima 22 Mei 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstrak— Salah satu penerapan *Internet of Things* adalah wadah pintar. Wadah pintar yang dibuat memiliki fitur dapat mengirimkan informasi mengenai stok makanan atau bahan lainnya yang tersisa. Pengukuran volume stok dapat dilakukan dengan pengukuran berat. Akan tetapi, massa jenis setiap benda yang dapat ditampung di wadah dapat berbeda-beda sehingga diterapkan sistem persentase. Pengukuran berat dapat menggunakan *strain gauge* yang terdapat pada timbangan digital yang kemudian diolah dengan mikrokontroler *ATMega8535*. Batas bawah (nilai 0%) dan batas atas (nilai 100%) diinput oleh pengguna dengan *external interrupt*. Uji coba dilakukan dengan melihat keakuratan persentase bacaan yang tersimpan di *database* dengan persentase perhitungan. Hasil bacaan lebih akurat saat nilai 100% berada di tengah-tengah *range strain gauge* dibandingkan dengan yang berada di dekat batas bawah dan batas atas *range strain gauge*.

Kata Kunci—*ATMega8535*, *Strain Gauge*, Wadah Pintar

Sistem persentase digunakan untuk memperluas varietas isi wadah, menggunakan hanya sebuah sistem *strain gauge* yang diambil dari timbangan digital, dan tidak tergantung dengan bentuk wadah. Massa jenis setiap isi wadah berbeda-beda sehingga tidak cukup dengan hanya membaca nilai *strain gauge*. Pada sistem persentase ini, pengguna perlu menekan tombol 0% untuk menentukan batas bawah saat wadah kosong karena berat wadah juga dapat bervariasi. Setelah mengisi wadah, pengguna dapat menekan tombol 100% untuk menentukan batas atas karena batas atas dapat berbeda-beda pada berbagai jenis isi wadah. *ATMega8535* akan mengolah bacaan *strain gauge* dengan batas bawah dan batas atas untuk mengetahui persentase volume sisa isi wadah.

Timbangan yang digunakan memiliki spesifikasi dapat menampung hingga 7 kg dengan ketelitian 1 gram. Hal ini juga menjadi batasan pada penelitian ini yaitu maksimum berat isi wadah yang dapat ditampung adalah 7 kg.

I. PENDAHULUAN

Wadah pintar merupakan salah satu aplikasi *smart home*. Wadah yang akan dirancang dapat mengirimkan notifikasi ke perangkat *mobile* saat isi wadah tersebut sudah berada di batas bawah. Selain itu, pemilik juga dapat melihat sisa makanan atau bahan lainnya yang ada saat sedang berbelanja sehingga dapat mengetahui apa saja yang perlu dibeli tanpa harus memegang langsung wadah tersebut. Sisa isi wadah dapat dilihat dari volume isi yang tersisa.

Penelitian mengenai wadah pintar terutama untuk menyimpan makanan sudah pernah dilakukan adalah tempat makanan yang dapat mengidentifikasi lima jenis sereal kemudian mengukur massa dan volumenya untuk dikirimkan ke PDA (*Personal Digital Assistant*) [1]. Penelitian ini membutuhkan lebih banyak sensor untuk menentukan stok yang tersisa dan hanya terbatas pada lima jenis sereal. Sensor yang digunakan adalah *strain gauge* untuk massa dan matriks *infrared LED* dan *receiver* untuk volume.

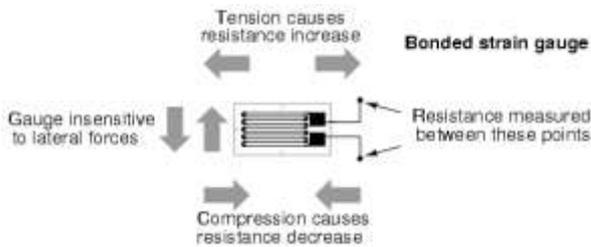
II. DASAR TEORI

A. *Strain Gauge*

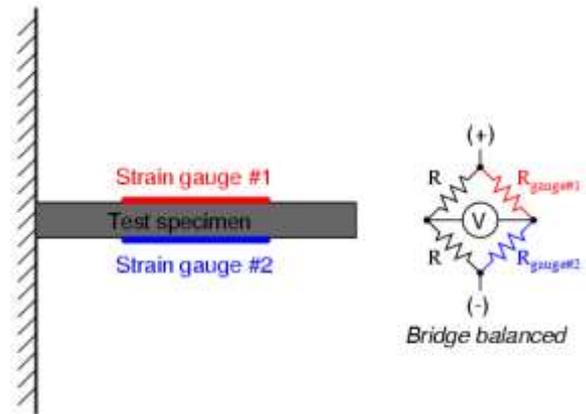
Sensor adalah alat untuk mengukur berbagai macam kondisi dengan mekanisme yang bervariasi [2]. *Transducer* mengonversi keluaran dari sensor kemudian mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diukur. *Strain gauge* merupakan salah satu sensor mekanik yang paling umum digunakan. *Strain gauge* dapat digunakan sebagai sensor tekanan, *load cell* [3], sensor berat, dan sensor torsi.

Pengukuran dilakukan dengan melihat perubahan resistansi karena material yang meregang (*strained*) atau memendek [2]. Ilustrasi dapat dilihat pada . *Strain gauge* umumnya memiliki nilai resistansi, mulai dari puluhan ohm hingga ribuan ohm. *Strain gauge* dipakai bersama dengan jembatan Wheatstone seperti pada **Error! Reference source not found.** Saat *strain gauge* diberikan tekanan, maka akan mengubah resistansinya sehingga membuat jembatan

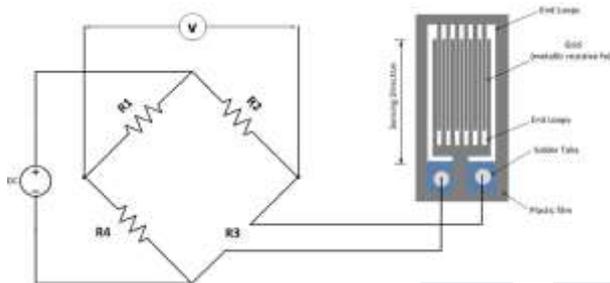
Wheatstone tidak seimbang. Jika jembatan Wheatstone tidak seimbang, maka terdapat perbedaan potensial pada jembatan. Perbedaan potensial tersebut yang diambil nilainya dan dikonversi nilainya.



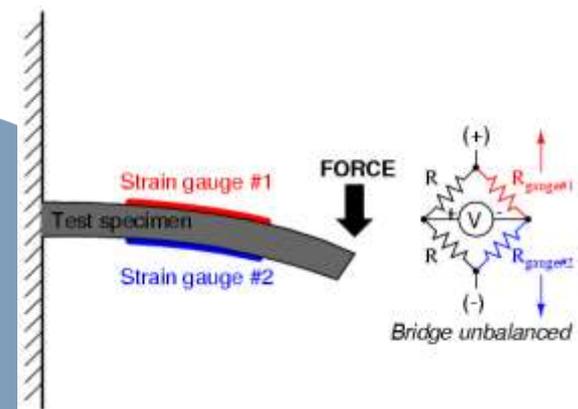
Gambar 1. Ilustrasi Perubahan Resistansi Strain Gauge [4]



Gambar 1. Peletakan Strain Gauge pada Cantilever [4]



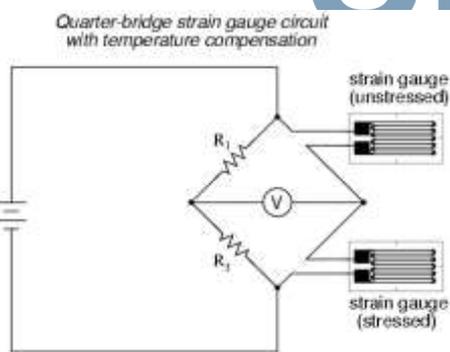
Gambar 2. Rangkaian Jembatan Wheatstone dengan Strain Gauge [2]



Gambar 2. Kondisi Strain Gauge saat Cantilever diberi Gaya [4]

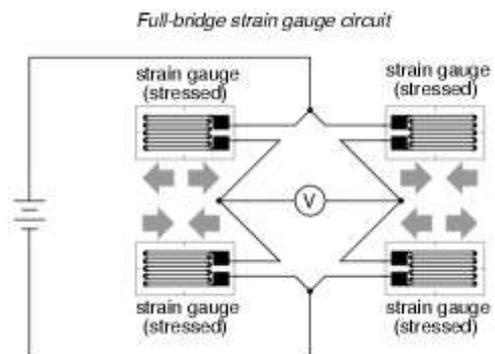
Selain karena beban, perubahan resistansi bisa juga terjadi karena temperatur yang dapat menyebabkan kesalahan pada pembacaan nilai tegangan jembatan *Wheatstone* [4]. Masalah tersebut dapat diselesaikan dengan menambahkan *strain gauge* tambahan pada rangkaian seperti pada **Error! Reference source not found.** sehingga jembatan tetap seimbang walaupun terjadi perubahan temperatur.

Supaya lebih sensitif, rangkaian *full-bridge strain gauge* yang menggunakan empat *strain gauge* seperti pada **Error! Reference source not found.** lebih disarankan. Keluarannya proposional dengan gaya yang diberikan (dengan syarat perubahan resistansi keempat *strain gauge* sama). Rangkaian sebelumnya hanya kurang lebih proposional dengan gaya.



Gambar 3. Rangkaian Jembatan Wheatstone dengan 2 Strain Gauge [4]

Strain gauge dipasang pada *cantilever* seperti pada Gambar 1. Pada saat diberi beban seperti pada Gambar 2, *strain gauge #1* memanjang dan *strain gauge #2* memendek. Makin diberi gaya, makin besar perubahan panjang *strain gauge* dan juga resistansinya.

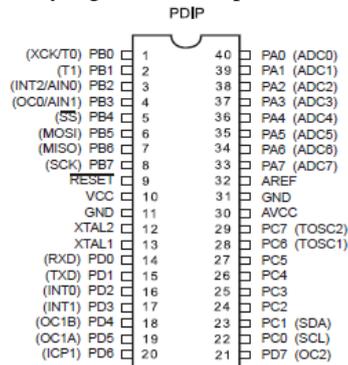


Gambar 6. Rangkaian Full-Bridge Strain Gauge [4]

B. Mikrokontroler ATmega8535

ATmega8535 merupakan mikrokontroler AVR 8 bit dengan 8 kilobytes memori flash, 512 bytes SRAM (Static Random Access Memory), dan 512 bytes

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) [5]. ATmega8535 memiliki empat port I/O yang bisa dipakai juga untuk fungsi-fungsi khusus yang bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi Pin ATmega8535

DT-AVR Low Cost Micro System pada Gambar 4 merupakan board untuk ATmega8535, tetapi bisa juga dipakai untuk mikrokontroler AVR tipe lain dengan 40 pin [6]. Pin ke-1 dan 2 pada masing-masing port merupakan GND dan 5V. Pin ke-3 hingga 10 terhubung ke pin ke-0 hingga 7 pada setiap port di mikrokontroler. Board ini menggunakan dua macam tegangan input yaitu 9-12V atau 5V. Untuk menggunakan serial TTL, jumper pada J4 dan J5 harus menyambungkan pin 2 dengan pin 3.



Gambar 4. DT-AVR Low Cost Micro System.

AVR menyediakan beberapa macam interrupt. Interrupt dan Reset Vector yang terpisah masing-masing memiliki Program Vector terpisah di dalam program memory space [5]. Semua interrupt masing-masing memiliki enable bit yang dapat ditentukan nilainya untuk mengaktifkan/menonaktifkan interrupt. Alamat terkecil dari program memory space secara default adalah Reset dan Interrupt Vectors. Makin kecil alamatnya, prioritasnya makin tinggi. Reset memiliki prioritas yang paling tinggi kemudian diikuti oleh External Interrupt 0.

ATmega8535 memiliki 10 bit successive approximation ADC [5]. Cara kerja ADC tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. ADC terkoneksi dengan 8-channel Analog Multiplexer yang menghasilkan delapan pin keluaran untuk tegangan input yang dapat diakses di port A. Setiap pin input me-refer ke 0V (GND). Selain itu, ATmega8535 juga menyediakan kombinasi 16 differential voltage input pada pin ADC1-ADC0 dan ADC3-ADC2. Fitur ini dapat digunakan jika input tidak me-refer GND. Pada fitur ini, ATmega8535 menyediakan amplifikasi secara software sebesar 1x, 10x, dan 200x. Jika

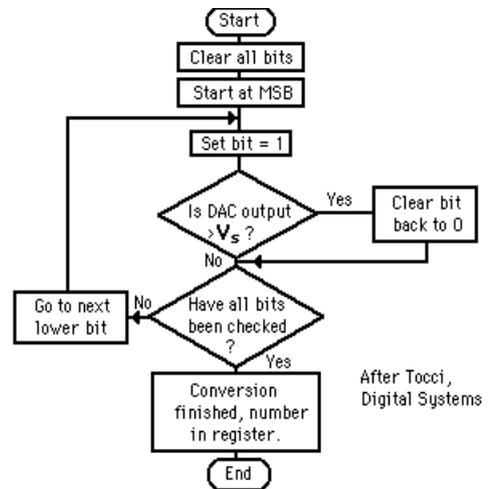
menggunakan amplifikasi 1x atau 10x, resolusi ADC menjadi 8 bit. Jika menggunakan aplifikasi 200x, resolusi ADC menjadi 7 bit. Pemilihan mode input diatur dari Register MUX bit 4 sampai bit 0.

III. PERANCANGAN WADAH PINTAR

A. Perancangan Hardware

Komponen-komponen yang digunakan untuk membangun wadah pintar adalah sebagai berikut.

- Strain gauge diambil dari timbangan digital sf-400.
 - Spesifikasi timbangan:
 - Kapasitas Timbangan: 7kg.
 - Ketelitian/resolusi Timbangan: 1gr.
 - Sumber daya: 3V (2 buah baterai AA).
- Mikrokontroler Atmega8535 beserta sistem minimumnya.
- Operational Amplifier AD620 untuk menguatkan sinyal dari strain gauge.



Gambar 5. Successive Approximation ADC [7]

- Rangkaian pembagi tegangan dari 6V ke 2,6V untuk sumber daya operational amplifier.
- Baterai AA Alkaline 1.5V 4 buah sebagai sumber daya untuk wadah pintar.
- Modul zigbee ETRX2.
- Push button untuk button 0%, 100%, dan checkID.
- Saklar ON/OFF.
- Resistor 330Ω 4 buah.
- Dioda 10 buah.

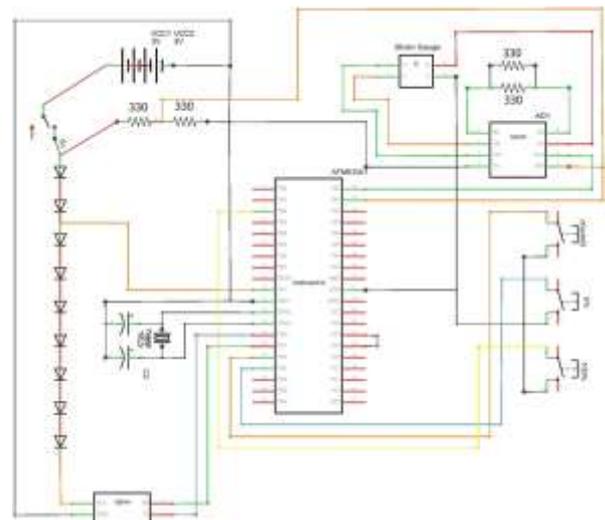
Gambar 10 menggambarkan skematik wadah pintar. ATmega8535 dapat menerima input dari 4.5V sampai 5.5V. Maka dari itu, tegangan input tidak dapat diambil langsung dari baterai yang bernilai 6V. Tegangan diambil dari keluaran dioda yang diseri sebanyak dua buah yang masing-masing dioda menurunkan 0.3V sehingga masukan yang diterima ATmega8535 adalah 6V dikurangi dengan dua kali penurunan tegangan sebesar 0.3V, sehingga didapatkan nilai 5.4V.

Strain gauge yang diambil dari timbangan memiliki empat kabel, yaitu warna merah untuk E+ (voltage input), warna hitam untuk E- (GND), warna biru untuk S+ (*sensing* positif), dan warna putih untuk S- (*sensing* negatif). Karena sudah ada empat kabel, sensor dari timbangan tersebut sudah mengandung jembatan *wheatstone*. Kabel S+ dan S- masuk ke pin +IN dan -IN pada *op-amp* untuk dinaikkan tegangannya. Perbedaan voltase pada S+ dan S- bernilai sangat kecil. Perubahan voltase saat diberi beban, dapat hanya mengakibatkan perubahan keluaran arus sebesar 0.01mA, sedangkan ADC pada *ATMega8535* memiliki ketelitian sekitar 5mA. Voltase input sensor adalah 6V yang diambil langsung dari baterai.

Op-amp AD620 menggunakan tiga input voltase, yang terdiri dari pin +Vs, -Vs, dan REF. Nilai +Vs diambil langsung dari baterai, yaitu 6V. Nilai -Vs dihubungkan ke ground. Nilai REF diambil dari pembagi tegangan yang terdiri dari dua resistor 330 Ω yang mengeluarkan voltase 3V (rangkaiannya pembagi 2). Nilai resistansi yang terhubung di kedua pin RG pada *AD620* menentukan nilai *gain*. Nilai *gain* yang didapat dari 165 Ω (dua buah 330 Ω yang diparalel), adalah 49400 dibagi dengan 165+1 yang bernilai sekitar 300.39394 kali penguatan. Nilai resistansi tersebut diambil dari hasil percobaan pembacaan ADC. Karena *Gain* yang dipilih tidak terlalu besar, mengakibatkan nilai keluaran *op-amp* saat beban 7 kg masih dapat dibaca oleh sistem (nilai voltase keluaran tidak sama dengan nilai voltase keluaran saat beban di bawah 7 kg). *Gain* juga tidak terlalu kecil sehingga voltase keluaran masih dapat dibaca oleh sistem saat beban yang diberikan pada wadah tidak banyak.

Karena voltase REF pada *op-amp* tidak sama dengan GND *ATMega8535*, ADC pada *ATMega8535* menggunakan mode yang memiliki input dua buah yaitu REF dari keluaran *op-amp* dan keluaran *op-amp* itu sendiri. Keluaran *op-amp* terhubung ke ADC0 yang berada di pin PA0 pada *ATMega8535*. Voltase REF dihubungkan ke ADC1 yang berada di pin PA1.

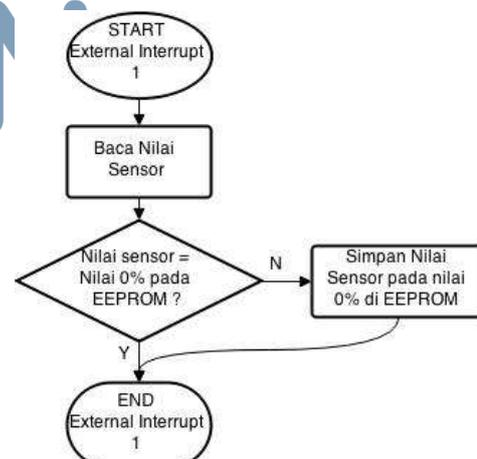
Ketiga tombol input terhubung ke pin external interrupt pada *ATMega8535*. Tombol *checkID* terpasang di pin PD2 yang merupakan *external interrupt 0*. Tombol 0% terpasang di pin PD3 yang merupakan *external interrupt 1*. Tombol 100% terpasang di pin PB2 yang merupakan *external interrupt 2*. Pin-pin tersebut memiliki resistor *pull-up* yang berada di dalam chip sehingga normalnya pin-pin tersebut bernilai *high* ("1"). Saat tombol ditekan, nilai pin yang terhubung dengan tombol yang bersangkutan akan menjadi *low* ("0") karena terhubung dengan *ground*. *External interrupt* akan *ter-trigger* saat ada perubahan nilai dari *high* ke *low*.



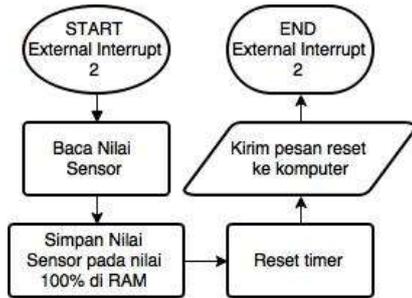
Gambar 6. Skematik Wadah Pintar

B. Perancangan Software

Program yang dimasukkan pada perangkat keras, dibuat dengan bahasa C. Terdapat enam *interrupt* pada program, yaitu *external interrupt 0*, *external interrupt 1*, *external interrupt 2*, *timer 1 interrupt*, *timer 2 interrupt*, dan *serial interrupt (receive interrupt)*. Untuk pengaplikasian persentase hanya menggunakan *external interrupt 1* dan *external interrupt 2*. *External interrupt 1* dipakai untuk tombol 0% yang memiliki *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 7. *External interrupt 2* dipakai untuk tombol 100% memiliki *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Flowchart External Interrupt 1



Gambar 8. Flowchart External Interrupt 2

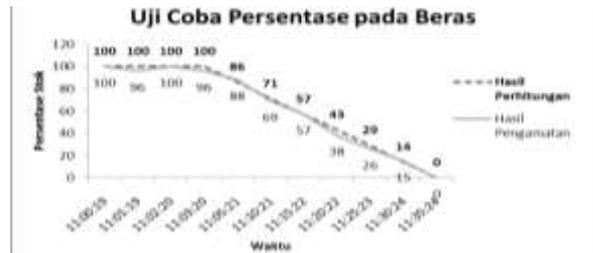
Perhitungan persentase stok menggunakan rumus selisih nilai ADC saat itu dengan nilai ADC saat 0% dibagi dengan selisih nilai ADC saat 100% dengan saat 0% kemudian dikalikan dengan 100% seperti pada Persamaan (1). Nilai persentase stok itu yang akan diterima oleh pengguna.

$$\text{Persentase Stok} = \frac{(\text{nilai ADC bacaan} - \text{nilai ADC } 0\%)}{(\text{nilai ADC } 100\% - \text{nilai ADC } 0\%)} \times 100\% \quad (1)$$

IV. UJI COBA DAN ANALISIS

Uji coba dilakukan dengan frekuensi pembacaan update stok 1 menit. Isi wadah adalah air, beras, dan trafo. Jumlahnya akan dibuat bervariasi per 5 menit. Pemilihan variasi isi itu digunakan untuk mensimulasikan kondisi nyata dimana benda yang dimasukkan ke wadah dapat dalam wujud cair maupun padat, dengan densitas yang tinggi maupun rendah. Uji coba ini dilakukan untuk melihat akurasi dan kestabilan pembacaan sensor. Jika persentase saat membaca sama dengan persentase bacaan sebelumnya, wadah pintar tidak akan memberikan bacaan baru ke pengguna.

Gambar merupakan hasil uji coba persentase pada beras. Beras dimasukkan sebanyak 7 takar yang setiap 5 menit dikurangi 1 takar (1 takar sekitar 160 ml; total volume = 1.120 ml = 1,12 liter; massa jenis beras = 0,753 kg/liter; total berat = 0,84336 kg). Terjadi sedikit ketidakstabilan pada saat persentase beras seharusnya 100% pada 11:00 sampai 11:04. Terjadi perubahan menjadi 96% pada 11:01:19 dan 11:03:20. Akan tetapi setelah itu stabil walaupun mengalami perubahan nilai dari yang seharusnya. Rata-rata selisih nilai persentase dan nilai hasil perhitungan adalah 1,9%. Gambar merupakan foto wadah berisi beras sebagai perbandingan, melalui pengamatan secara visual.



Gambar 13. Grafik Uji Coba Persentase pada Beras



Gambar 14. Foto Wadah berisi Beras

Gambar 9 merupakan grafik uji coba persentase dengan air. Air yang digunakan sebanyak 7 liter atau jika dikonversi ke berat adalah 7 kg (massa jenis air = 1 kg/liter). Berat 7 kg merupakan batas atas dari strain gauge yang digunakan (berdasarkan spesifikasi timbangan sf-400). Setiap 5 menit, air dikeluarkan sebanyak 500 ml atau 500 gr. Hasil yang didapatkan adalah ketidakstabilan pada posisi 3 kg, 2 kg, dan 1,5 kg. Bacaan hanya akurat pada awal-awal pengukuran, yaitu saat 7 kg dan 6,5 kg. Jika dilihat pada grafik pada Gambar 10, selisih hasil perhitungan dan pengamatan meningkat hingga pada puncaknya ada pada saat 3 kg pukul 15:55:07, yaitu hingga 10% yang kemudian membaik kembali setelah 3 kg. Rata-rata ketidakkukurannya mencapai sekitar 5.2%.



Gambar 9. Grafik Uji Coba Persentase pada Air



Gambar 10. Selisih Perhitungan dengan Pengamatan (Wadah Isi Air)

Uji coba juga dilakukan dengan menggunakan trafo sebanyak 12 buah yang masing-masingnya memiliki berat 300 gr (0,3 kg) sehingga total berat saat 100% adalah di 3,6 kg yang berada di sekitar tengah-tengah *range strain gauge* yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 11. Ketidakstabilan terjadi saat pembacaan seharusnya 100% dan 17%. Akan tetapi, keakuratannya, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12, lebih akurat dibandingkan dengan wadah isi air yang nilai 100%-nya berada pada batas atas. Keakuratan terjadi saat awal dan akhir pembacaan. Nilai keakuratan yang paling rendah adalah saat berat benda berada pada jangka 1,5 kg sampai 0,6 kg (mendekati akhir pembacaan). Rata-rata ketidakakuratan sebesar 1,45%. Hasil ini merupakan hasil yang paling akurat dibandingkan isi beras yang nilai maksimumnya berada di 0,8 kg dan dibandingkan isi air yang nilai maksimumnya berada di 7 kg. Hal ini disebabkan oleh linearitas *strain gauge* yang digunakan. *Strain gauge* memiliki nilai yang lebih tidak akurat di batas atas dan batas bawah *range*-nya. Nilai 100% yang berada di batas atas *range strain gauge* akan mempengaruhi perhitungan-perhitungan setelahnya.



Gambar 11. Grafik Uji Coba Persentase pada Trafo



Gambar 12. Selisih Perhitungan dengan Pengamatan (Wadah Isi Trafo)

V. SIMPULAN

Penelitian ini memberikan metode perhitungan sisa stok dengan menggunakan satuan persentase yang diolah pada mikrokontroler. Hal ini dilakukan karena berat setiap jenis benda berbeda-beda. Metode ini memerlukan peran pengguna untuk menentukan batas bawah (saat wadah kosong, bernilai 0%) dan batas atas (saat wadah penuh, bernilai 100%) melalui tombol-tombol yang terhubung ke *external interrupt* yang ada pada mikrokontroler. Perhitungan persentase paling akurat saat nilai 100% berada pada tengah-tengah *range strain gauge* dibandingkan dengan yang berada di dekat batas bawah dan batas atas *range strain gauge*. Hal ini berkaitan dengan sifat linearitas *strain gauge* yang tidak akurat di dekat batas bawah dan batas atas *range*. Penggunaan *strain gauge* yang disesuaikan dengan penggunaan, penting untuk keakuratan data.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Richard M. Voyles and Jaewook Bae, "Smart Tupperware: An Example of Bluetooth Wireless Sensor Networks for Human Assistive Mechatronic Systems".
- [2] Michael J. McGrath and Clíodhna Ní Scanaill, *Sensor Technologies*. New York: Apress Media, 2014.
- [3] Raivis. (2013, June) morf.lv. [Online]. <http://morf.lv/modules.php?name=tutorials&lasit=19>.
- [4] allaboutcircuits.com. [Online]. http://www.allaboutcircuits.com/vol_1/chpt_9/7.html.
- [5] Atmel, ATmega8535 ATmega8535L datasheet, Februari 2006, [Revisi Oktober 2006].
- [6] Innovative Electronics Technical Staff, DT-AVR Low Cost Micro System.
- [7] R.J. Tocci, *Digital Systems*. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

Analisis Pola Radiasi Antena *Dipole* pada aplikasi *Wireless Sensor Networks* di *Industrial Site*

Nabila Husna Shabrina¹, Samuel²

Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia

nabila.husna@umn.ac.id

samuel.hutagalung@umn.ac.id

Diterima 12 Oktober 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstract—In industry 4.0, a complex system was needed to automatically control and communicate between devices. One component that often used in industrial automation is Wireless Sensor Networks (WSN), which is worked by transmitting the data needed through electromagnetic waves. The electromagnetic propagation in industrial process encounter challenges which caused by reflection or scattering from the object inside the industrial site. Therefore, in this research, the author will conduct a simulation to determine the characteristic of electromagnetic propagation in industrial site. The simulation was done by simulating antenna dipole with frequency 2.4 GHz in the simple 3D industrial site consist of some component. The result shows that simulating antenna dipole in industrial site will affect the characteristic of the antenna such as gain, directivity, and S parameter.

Indeks Terms— *Antenna dipole, electromagnetic wave propagation, industrial site*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi nirkabel seperti *Wireless Sensor Networks* mengalami perkembangan yang cukup pesat khususnya pada *industrial site* [1]-[2]. Dengan adanya *Wireless Sensor Networks*, pengumpulan dan pendistribusian data yang dibutuhkan oleh operator industri dapat dilakukan secara otomatis sehingga proses pengolahan dan *monitoring* data dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien. *Wireless Sensor Networks* memanfaatkan gelombang elektromagnetik untuk mentransmisikan data yang diperlukan. Proses transmisi data melalui gelombang elektromagnetik pada *Wireless Sensor Networks* dilakukan melalui sebuah antena. Antena merupakan sebuah *transducer* antara *guided wave* dengan gelombang terpancar atau sebaliknya [3]. Beberapa jenis antena yang sering digunakan dalam aplikasi *Wireless Sensor Networks* meliputi antena dengan jenis *monopole*, $\frac{1}{2} \lambda$ *dipole*, $\frac{1}{4} \lambda$ *dipole*, *folded dipole*, *inverted F*, dan antena *omni directional* [4]-[6].

Gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh antena pada *Wireless Sensor Networks* memiliki karakteristik yang rentan terhadap mesin manufaktur

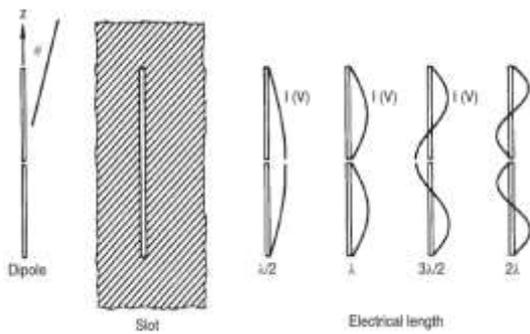
yang berada di sekitarnya. Oleh karena itu, implementasi *Wireless Sensor Networks* yang tidak tepat akan menurunkan kualitas proses komunikasi dari *Wireless Sensor Networks* [7]. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan uji coba terlebih dahulu sebelum melakukan implementasi *Wireless Sensor Networks* pada *industrial site*. Uji coba dapat dilakukan dengan mensimulasikan *Wireless Sensor Networks* yang digunakan pada *industrial site*. Dengan adanya simulasi, pengguna dapat terlebih dahulu mengetahui pola radiasi dan menentukan lokasi terbaik untuk setiap *nodes Wireless Sensor Networks*.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pemodelan dan simulasi untuk mengetahui pola radiasi antena yang digunakan pada *Wireless Sensor Networks*. Penelitian dilakukan dengan memodelkan *industrial site* dalam bentuk sederhana yang terdiri dari beberapa komponen seperti *tank*, *pipa*, *building*, *work site*, dan beberapa *block*. *Wireless Sensor Networks*. Dimodelkan dengan menggunakan antena *dipole* frekuensi 2,4 GHz untuk proses transmisi data. Hasil simulasi tersebut akan dianalisis dalam hal *gain*, *directivity*, *far-field*, dan S parameter.

II. RADIASI ANTENA

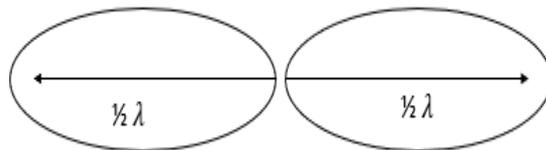
A. Antena Dipole $\frac{1}{2} \lambda$

Antena *dipole* merupakan salah satu jenis antena yang paling sederhana. Antena ini terbuat dari 2 silinder konduktor dengan panjang menyesuaikan frekuensi yang digunakan. Pada titik tengah kedua silinder konduktor tersebut terdapat sebuah *feeder* untuk impedansi masukan yang sesuai. Bentuk antena *dipole* $\frac{1}{2} \lambda$ ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Antena *dipole* [8]

Pola radiasi antena *dipole* berbentuk angka delapan terhadap sumbu silinder konduktor. Pola radiasi antena *dipole* $\frac{1}{2} \lambda$ ditunjukkan pada Gambar 2 [9].



Gambar 2. Pola radiasi antena *dipole*

B. Pola Radiasi Antena

Pola radiasi gelombang elektromagnetik dari suatu antena dapat dideskripsikan dengan persamaan Maxwell sebagai bentuk persamaan dari gelombang medan magnet dan medan listrik [10]. Persamaan gelombang elektromagnetik dirumuskan dalam bentuk diferensial dan integral dan dapat dilihat pada Persamaan (1)-(8). Dari persamaan Maxwell didapatkan bahwa persamaan medan listrik yang berubah terhadap waktu akan menghasilkan medan magnet yang juga berubah terhadap waktu. Pola tersebut kemudian menghasilkan perambatan gelombang elektromagnetik yang diradiasikan dari antena.

Hukum Gauss Medan Listrik

$$\oint_s \epsilon_0 E \cdot ds = \int_v \rho_v dv \tag{1}$$

$$\nabla \cdot \epsilon_0 \cdot E = \rho_v \tag{2}$$

Hukum Gauss Medan Magnet

$$\oint_s B \cdot ds = 0 \tag{3}$$

$$\nabla \cdot B = 0 \tag{4}$$

Hukum Faraday

$$\oint_l E \cdot dl = - \frac{d}{dt} \int_s B \cdot ds \tag{5}$$

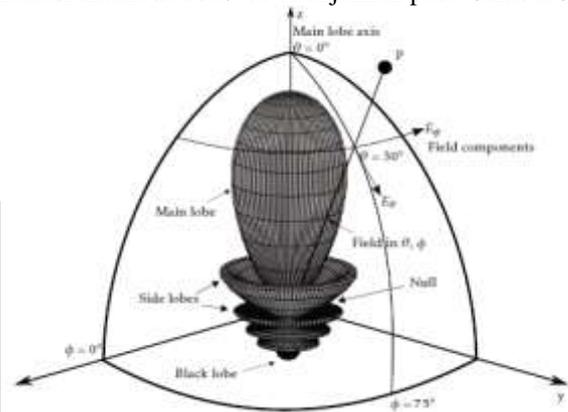
$$\nabla \times E = - \frac{\partial B}{\partial t} \tag{6}$$

Hukum Ampere

$$\oint_c \frac{B}{\mu_0} \cdot dl = \int_s J \cdot ds + \frac{d}{dt} \int_s \epsilon_0 \cdot E \cdot ds \tag{7}$$

$$\nabla \times \frac{B}{\mu_0} = J + \frac{\partial \epsilon_0 E}{\partial t} \tag{8}$$

Pola radiasi antena merupakan gambaran sifat radiasi medan jauh dari suatu antena. Contoh pola radiasi antena *directional* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh pola radiasi antena *directional* [3]

C. Parameter Antena

Tiga parameter penting yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik dari suatu antena adalah direktivitas, *gain* dan *S Parameter*. Menurut *IEEE Standard Definition of Term for Antenas*, direktivitas pada arah tertentu merupakan rasio antara intensitas maksimum radiasi pada arah tersebut dibandingkan dengan intensitas radiasi rata-rata di semua arah [11]. Memperbesar direktivitas berarti memperkuat atau memfokuskan radiasi antena ke arah tertentu. Direktivitas dapat dicari menggunakan Persamaan (9) Dengan U merupakan radiasi antena.

$$D = \frac{U(\theta, \phi), \max}{U_{av}} \tag{9}$$

Gain merupakan besarnya daya yang ditransmisikan pada arah dengan direktivitas maksimum. Dengan mengetahui antena *gain*, kita dapat mengetahui besarnya *loss* yang terjadi pada transmisi daya antena. Nilai *gain* atau penguatan antena dapat dicari dengan Persamaan (10) dengan η merupakan efisiensi antena yang nilainya berada diantara $0 < \eta < 1$.

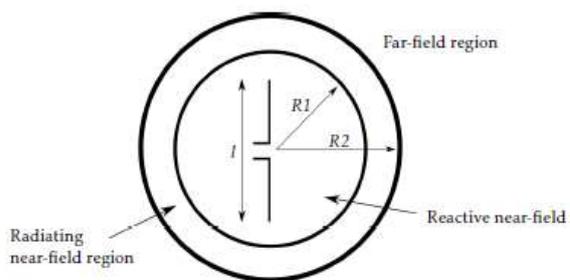
$$G = \eta \cdot D \tag{10}$$

S Parameter menggambarkan perilaku elektrik pada antena. *S Parameter* dapat digunakan untuk menyatakan *gain*, *VSWR*, *transmission coefisien*, *return loss* dan *reflection coefisien*. Untuk perangkat dua port ada empat macam *S Parameter* yang dapat

dianalisis yaitu S_{11} , S_{21} , S_{12} , dan S_{22} . S_{11} dan S_{22} menunjukkan koefisien *forward* dan efisiensi refleksi dari suatu perangkat sedangkan S_{21} dan S_{12} menunjukkan adanya *reverse gain* dan *forward gain* dari suatu perangkat elektrik.

D. Region Field

Karakteristik medan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari radiasi antena dapat dianalisis dalam beberapa kondisi yang dipengaruhi oleh jarak pengamatan. Pengamatan karakteristik medan radiasi elektromagnetik dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu *near-field*, *Fresnel region*, dan *far-field*. Ketiga jenis pengamatan untuk medan radiasi elektromagnetik tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Medan Radiasi pada Antena [12]

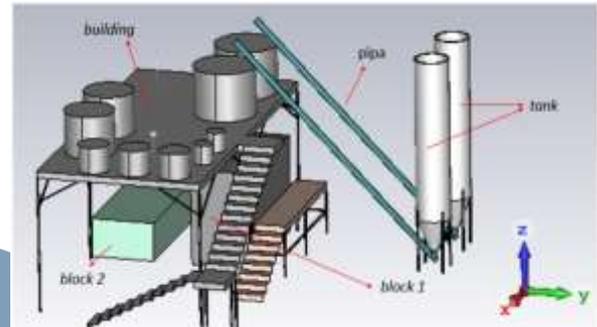
Pola medan radiasi biasanya digambarkan dalam bentuk 3D di koordinat bola maupun dalam bentuk polar. Pada umumnya pola medan radiasi tersebut memiliki dua komponen utama yaitu *minor lobe* dan *major lobe*. *Major lobe* merupakan arah medan radiasi yang sesuai dengan direktivitas suatu antena sedangkan *minor lobe* merupakan arah medan radiasi yang berlawanan dengan direktivitas antena atau pada arah yang tidak diinginkan.

III. SIMULASI ANTENA *DIPOLE* PADA *INDUSTRIAL SITE*

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Abaqus dan CST Microwave studio. Simulasi dilakukan dengan memodelkan *industrial site* menggunakan perangkat lunak Abaqus. Pada model yang dibuat dilakukan penyederhanaan model yang disimulasikan. Hal tersebut dilakukan karena adanya keterbatasan *hardware* penunjang dan juga untuk mempersingkat waktu simulasi. Pada pemodelan tersebut, *industrial site* dibangun atas beberapa komponen yaitu *tank*, pipa, *building*, *work site*, dan beberapa *block*. Pemodelan *industrial site* ditunjukkan pada Gambar 5 sedangkan karakteristik untuk masing-masing komponen yang dimodelkan ditunjukkan pada Tabel 1 dengan μ merupakan permeabilitas relatif komponen, σ merupakan konduktivitas komponen dan ϵ merupakan permitivitas relatif komponen yang dimodelkan.

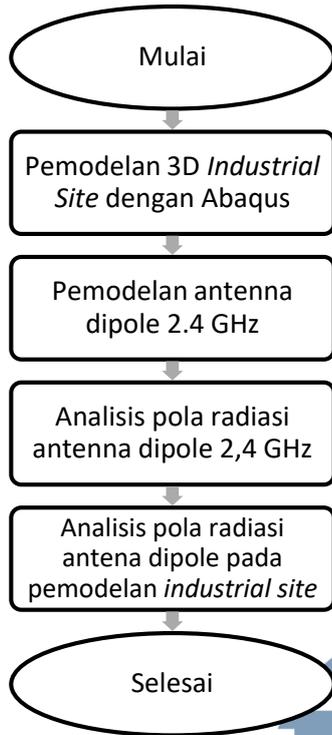
Tabel 1. Karakteristik komponen pada *industrial site*

Komponen	Jenis komponen	μ	Σ (S/m)	ϵ
Block 1	Lossy metal	1	6.99×10^6	1
Block 2	Normal	1	0	9.4
Pipa	Lossy metal	1	8×10^6	1
Tank	Lossy metal	1	1.04×10^7	1
Worksite	Normal	1	0	9.9
Building	Lossy metal	1	1.04×10^7	1



Gambar 5. Pemodelan *industrial site*

Model tersebut kemudian digunakan sebagai area simulasi untuk antena *dipole* yang digunakan sebagai pendekatan untuk model *Wireless Sensor Networks*. Antena *dipole* dipilih karena selain merupakan jenis antena yang sering digunakan pada *Wireless Sensor Networks*, antena ini juga memiliki bentuk yang sederhana sehingga proses simulasi masih dapat dilakukan dengan perangkat keras yang tersedia. Secara umum, *flowchart* proses simulasi untuk penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 6.

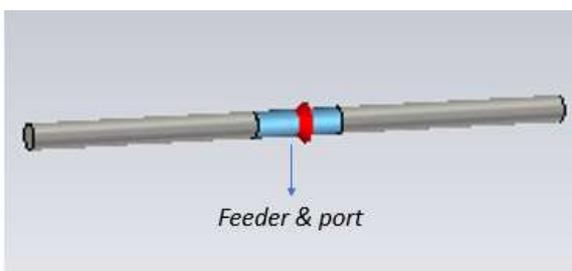


Gambar 6. Flowchart Simulasi

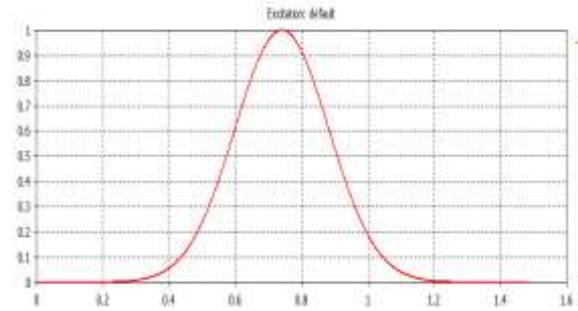
Antena *dipole* yang dimodelkan menggunakan frekuensi 2.4 GHz dengan eksitasi berupa sinyal *gaussian* dengan amplitudo 1 V/m dengan deskripsi setiap parameternya dapat dilihat pada Tabel 2. Antena *dipole* yang disimulasikan ditunjukkan pada Gambar 7 sedangkan eksitasi sinyal pada antena *dipole* ditunjukkan pada Gambar 8. Radiasi dari antena *dipole* yang dibuat kemudian disimulasikan pada *industrial site* yang sudah dimodelkan. Hasil dari simulasi ini kemudian dianalisis terhadap beberapa parameter seperti *gain*, direktivitas, S parameter, dan *farfield*.

Tabel 2. Parameter antena *dipole*

Parameter	Ukuran Parameter
Panjang antena	62,46 mm
Radius antena	1,5 mm
Pajang <i>feeder</i>	10 mm
Impedansi	73 Ω



Gambar 7. Pemodelan antena *dipole*

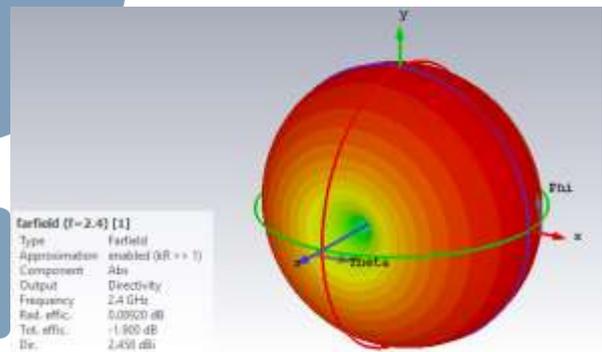


Gambar 8. Eksitasi sinyal pada antena *dipole*

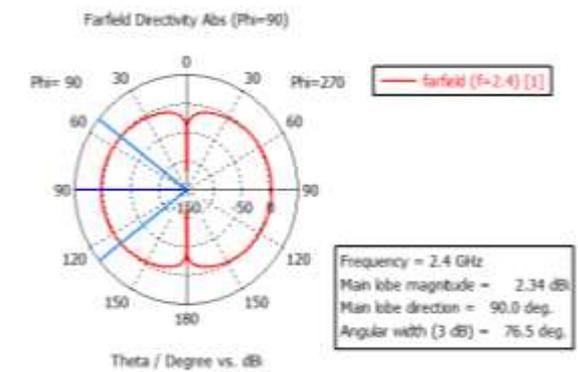
IV. ANALISIS POLA RADIASI ANTENA *DIPOLE* PADA *INDUSTRIAL SITE*

A. Analisis Simulasi Antena *Dipole* $\frac{1}{2} \lambda$

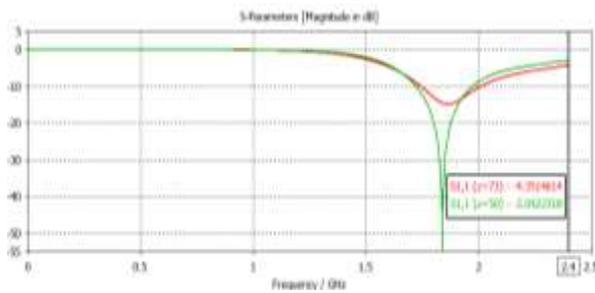
Hasil simulasi antena *dipole* yang telah dimodelkan ditunjukkan pada Gambar 9-12. Antena *dipole* disimulasikan di udara dengan parameter $\mu = 1$, $\sigma = 0$, dan $\epsilon = 1$. Gambar 9 menunjukkan *farfield* antena *dipole* dalam koordinat 3D bola. Dari hasil tersebut didapatkan besarnya direktivitas antena *dipole* sebesar 2,458 dB dengan efisiensi radiasi sebesar 0,089 dB. *Main lobe* yang didapatkan dari simulasi antena *dipole* sebesar 2,340 dB.



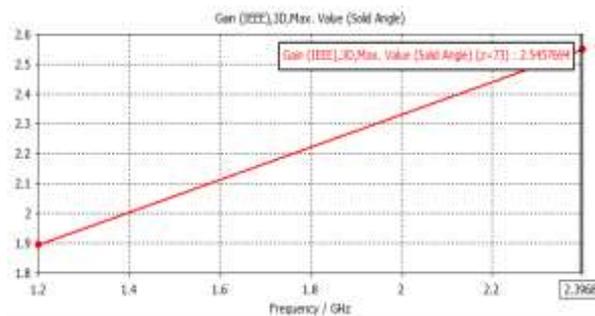
Gambar 9. *Farfield* antena *dipole* (dalam 3D)



Gambar 10. Direktivitas *farfield* (dalam polar)



Gambar 11. Plot S_{11} Parameter antenna *dipole*

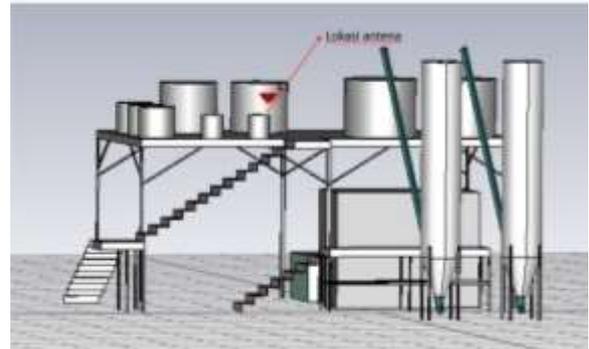


Gambar 12. Plot Gain antenna *dipole*

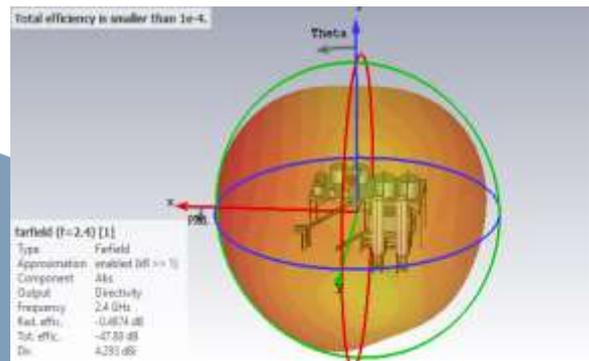
Gambar 11 menunjukkan plot S_{11} parameter dari antenna *dipole*. Dari hasil tersebut didapatkan besarnya S_{11} parameter minimum untuk impedansi 73Ω sebesar $-14,583$ dB yang terjadi di frekuensi 1.838 GHz sedangkan pada frekuensi 2.4 GHz didapatkan S parameter sebesar $-4,361$ dB. Dari Gambar 12 didapatkan besarnya *gain* antenna *dipole* yang dimodelkan sebesar $2,545$ dB.

B. Analisis Simulasi Antena Dipole $\frac{1}{2} \lambda$ pada Industrial Site

Metode simulasi dilakukan dengan meletakkan satu antenna *dipole* pada *industrial site* yang sudah dimodelkan sebelumnya. Antena *dipole* diletakkan pada bagian *building* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13. Lokasi ini dipilih untuk memodelkan WSN yang mentransmisikan data dari bagian *building* dan karena lokasi ini memiliki kondisi mendekati LOS (*Line of Sight*) dibandingkan dengan lokasi lainnya. Hasil simulasi untuk skenario ini ditunjukkan pada Gambar 14-17.

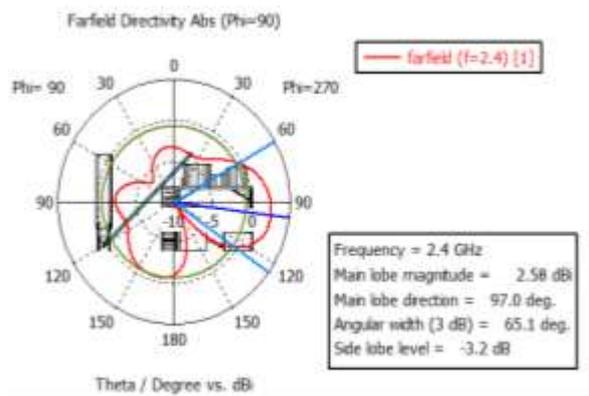


Gambar 13. Lokasi simulasi antenna *dipole* pada *industrial site*

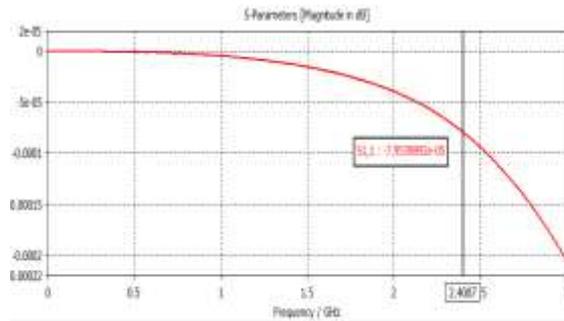


Gambar 14. *Farfield 1* antenna *dipole* pada *industrial site* (dalam 3D)

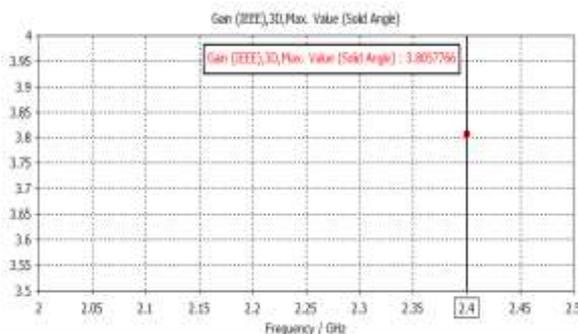
Gambar 14 menunjukkan hasil *farfield 1* antenna *dipole* pada *industrial site* dalam bentuk 3D di koordinat bola sedangkan Gambar 15 merupakan hasil *farfield* dalam koordinat polar. Dari Gambar 14 terlihat bahwa besarnya direktivitas yang didapatkan adalah sebesar $4,293$ dB dengan efisiensi radiasi sebesar $-0,487$ dB. Besarnya *main lobe* pada simulasi ini adalah $2,580$ dB dengan arah direktivitas 97 degree seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. *Farfield 1* antenna *dipole* pada *industrial site* (dalam polar)



Gambar 16. Plot S_{11} parameter 1 antenna *dipole* pada *industrial site*



Gambar 17. Plot Gain antenna *dipole* pada *industrial site*

Gambar 16 menunjukkan plot S parameter pada simulasi dengan 1 antenna. Dari hasil tersebut terlihat bahwa *range* frekuensi yang digunakan yaitu sebesar 0 sampai 3 GHz belum dapat dianalisis nilai maksimum S parameternya namun pada frekuensi 2.4 GHz besarnya S parameter yang diperoleh adalah -1,558 dB. Dari hasil plot *gain* yang ditunjukkan pada Gambar 17 diperoleh besarnya *gain* adalah 3,806 dB.

Keseluruhan hasil tersebut menunjukkan bahwa mensimulasikan antenna *dipole* pada *industrial site* akan mengubah beberapa karakteristik antenna seperti *gain*, direktivitas, dan S_{11} parameter. Perbedaan karakteristik tersebut disebabkan oleh komponen-komponen *industrial site* yang berada di sekitarnya. Komponen tersebut memiliki permitivitas, permeabilitas, dan konduktivitas yang berbeda-beda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Karakteristik dari masing-masing komponen akan mempengaruhi propagasi dan pola radiasi gelombang elektromagnetik dari antenna *dipole* yang disimulasikan.

Dibandingkan dengan hasil simulasi antenna di udara, hasil simulasi antenna pada *industrial site* mengalami penambahan *gain* 1,261 dB dengan direktivitas meningkat sebesar 1,835 dB. Hal tersebut menunjukkan bahwa arah radiasi sinyal cenderung berubah dan cenderung fokus ke arah tertentu seperti perubahan yang ditunjukkan pada Gambar 10 dan

Gambar 15. Hasil simulasi antenna di *industrial site* juga memberikan peningkatan S_{11} parameter (*return loss*) sebesar 2,803 dB yang berarti bahwa beberapa objek dengan karakteristik permitivitas, permeabilitas dan konduktivitas yang lebih besar dibandingkan udara akan menyebabkan pemantulan radiasi gelombang yang juga lebih besar.

V. KESIMPULAN

Pola radiasi antenna *dipole* yang disimulasikan pada *industrial site* memiliki hasil yang berbeda dengan antenna *dipole* yang disimulasikan di udara. Hal tersebut disebabkan karena adanya pengaruh beberapa komponen *industrial site* di sekitarnya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa besarnya direktivitas antenna *dipole* meningkat sebesar 1,835 dB dengan besar *main lobe* meningkat sebanyak 0,240 dB. Besarnya S_{11} Parameter dan *gain* pada simulasi antenna *dipole* di *industrial site* juga meningkat masing-masing sebesar 2,803 dB dan 1,261 dB. Hasil penelitian ini nantinya akan dilanjutkan dengan menambahkan sinyal gangguan berupa *noise* dari komponen elektrik untuk dianalisis pengaruh adanya komponen elektrik pada pola radiasi antenna di *industrial site*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Hibah Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2018) skema Penelitian Dosen Pemula yang telah mendukung proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E.R. Iglesias, "Propagation Channel Characteristic of Industrial Wireless Sensor Networks," IEEE Antennas and Propagations Magazines, hal 66 – 73, Feb, 2016.
- [2] R. Budampati dan S. Kolavennu, "Industrial Wireless Sensor Networks: Monitoring, Control and Automation (Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials) 1st ed.," Woodhead Publishing, 2015.
- [3] J.D. Kraus dan R.J. Marhefka, "Antennas for All Applications 3rd ed.," Tata McGraw-Hill, 1997.
- [4] Crossbow Wireless Sensor Networks Product Guide, 2017 Edition, Crossbow Technology, Inc, California, USA, 2007, hal. 31-44.
- [5] MICAz Wireless Measurement Systems Datasheet, Crossbow Technology, Inc, California, USA, 2007, hal. 1-2.
- [6] User Guide and Specification NI WSN-3202, 2010 Ed., National Instrument, Texas, USA, 2010.
- [7] V.C. Gungor dan G.P. Hancke, "Industrial Wireless Sensor Networks: Challenges, Design Principles, and Technical Approaches," IEEE Transactions on Industri Electronics, Vol. 56, No. 10, hal. 4258-4265, Oct. 2009.
- [8] T.A. Milligan, "Modern Antenna Design 2nd ed.," John Wiley & Sons Inc., 2005.
- [9] D. Roddy dan J. Coolen, "Electronic Communication", Prentice Hall of India, 1984.
- [10] M.F. Iskander, "Electromagnetic Fields and Wave", Prentice Hall Inc, 1992.
- [11] IEEE Standard for Definitions of Terms for Antennas'
- [12] C. A. Balanis. "Antenna theory, analysis and design 3rd ed.," JohnWiley and Sons Inc., 2005.

Pengenalan Pola Tulang Daun Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Alvin Hanjaya Tandrian¹, Adhi Kusnadi²

Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Gading Serpong, Indonesia
adhi.kusnadi@umn.ac.id

Diterima 30 Oktober 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstract— The development of technology has affected many areas of life. Progress in the field of Computer Science can reach other aspect of science. This research apply the knowledge of Computer Science in Biological Science, the one is the morphology of leaf venation. Leaf venation is an important aspect in the process of identification. Therefore, in this research developed the system that classify the type of leaf venation. This application is used as means of research on the performance of pattern recognition on backpropagation neural network. The system designed using the Java programming and socket programming to transfer data from the mobile device into the computer. Data testing is implemented using Android to facilitate process of taking the picture. While in the process of training data for the optimal weight applied directly on the server computer by using Java Eclipse. In the stage of image processing is implemented by using the library of Canny edge detection. Data consisted of five categories of leaf vein pattern, with a sample of three leaves for each pattern. Training data using two of the three leaves for each pattern, with 10 images each leaf so that there are 20 images for each pattern, with a total of 100 images for all patterns. Data testing use 10 images from the third leaf to count the accuracy. The system managed to get the best accuracy by using an image size of 200 x 200 with 100 hidden node with the average accuracy of 76%.

Index Terms— *Android, Canny Edge Detection, Java, Neural Networks Backpropagation, Socket Programming*

I. PENDAHULUAN

Pada paper ini, diteliti pengenalan pola tulang daun dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation. Penelitian ini menerapkan salah satu Ilmu Komputer pada cabang Ilmu Biologi, yaitu morfologi daun. Menurut [1] ciri-ciri daun memegang peranan penting dalam proses identifikasi *species* dan taksonomi tumbuhan (ilmu yang mempelajari penamaan tumbuhan). Jenis dari tulang daun merupakan sebuah aspek penting dalam pengidentifikasian.

Penelitian yang dilakukan terinspirasi dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya [2] [3]. Akan tetapi pada penelitian [2] tersebut hanya melakukan analisis tepi daun dan pada penelitian [3]

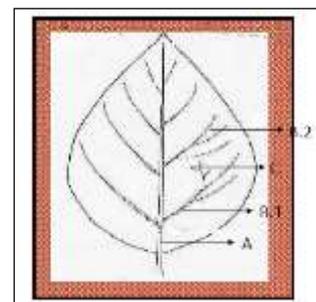
melakukan klasifikasi jenis bunga. Pada penelitian [4], identifikasi khusus untuk bunga kamboja, dan ada beberapa penelitian lain yang meneliti khusus pada jenis tanaman. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan penelitian yang berbeda yaitu pengenalan pola daun yang dapat bermanfaat dapat mengenali jenis-jenis pohon secara umum.

Beberapa penelitian terkait mengenai identifikasi pola tulang daun ada yang dilakukan secara manual maupun berbeda dalam penggunaan algoritma antaranya [5] [6] [7]. Pada penelitian ini digunakan algoritma jaringan syaraf tiruan backpropagation, karena algoritma ini terbukti mampu mengenali berbagai macam objek pada penelitian pengenalan pada pengolahan citra. Berdasarkan hasil uji coba, sistem pengenalan pola daun menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation telah berhasil dengan tingkat akurasi yang relative baik. Dengan adanya sistem ini akan mempermudah orang untuk mengetahui jenis tanaman berdasarkan pola daun

II. LANDASAN TEORI

A. Morfologi daun

Pada morfologi daun sebenarnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu morfologi luar yang mempelajari dan mengamati bentuk fisik, maupun morfologi dalam, yang mempelajari bagian terdalam dari daun dengan menggunakan alat bantu mikroskopik [8].

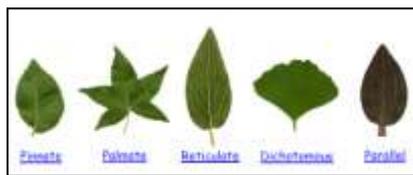


Gambar 1. Morfologi tulang daun

Pada Gambar 1 terlihat bahwa daun tersusun atas berbagai macam tulang daun. A menunjukkan ibu

tulang daun (*costa*), yang merupakan tulang utama yang langsung terhubung dengan pangkal daun. B merupakan tulang-tulang cabang (*nervus lateralis*), B.1 dan B.2 menunjukkan tingkatan cabangnya. C adalah urat-urat daun (*vena*) yang merupakan bagian terkecil dari struktural tulang daun[8].

Namun, ternyata berbagai tanaman tidak selalu mempunyai rupa tulang yang sama, walau pada dasarnya mempunyai tiga macam tulang dan fungsi yang sama pula. Maka dari itu muncul istilah “*Leaf venation*” atau pola tulang daun. Pola tulang daun dapat dibedakan menjadi lima macam [9] yaitu *pinnate*, *palmate*, *reticulate*, *dichotomous* dan *parallel*.



Gambar 2 Lima pola tulang daun [9]

B. Canny edge detection

Edge detection adalah salah satu metode *image processing* yang digunakan untuk mengambil suatu ciri khusus dari citra. Tujuan utama dari *edge detection* adalah mengurangi jumlah data pada *image*, namun tetap menjaga sifat struktural yang akan digunakan untuk pemrosesan gambar lebih lanjut [10]. Menurut [11] Algoritma *canny edge detection* terdiri dari lima langkah, yaitu *smoothing*, *finding gradients*, *non-maximum suppression*, *double thresholding*, dan *edge tracking by hysteresis*.

C. Jaringan saraf tiruan *backpropagation*

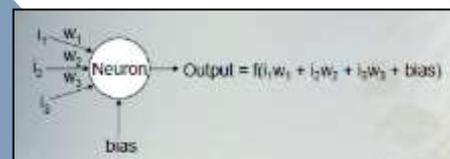
Jaringan saraf tiruan dipahami sebagai sistem pemrosesan informasi yang bekerja berdasarkan prinsip kerja dari sistem saraf biologis. Jaringan saraf tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena adanya proses pembelajaran [12].

Backpropagation neural network terdiri atas beberapa proses yang harus dilakukan. Fase pelatihan adalah tahap awal yang digunakan untuk melatih jaringan saraf tiruan. Data diberikan dengan *output* pola yang sudah ditentukan. Jaringan akan menyesuaikan bobot antara *output* dan pola yang telah ditentukan. Setelah mendapatkan bobot optimal dari jaringan dan dianggap telah cukup, maka fase *testing* dapat dimulai. Fase *testing* dilakukan dengan cara memasukkan data yang belum pernah dikenali oleh jaringan namun tetap mempunyai asal yang serupa dengan data *training*.

Berikut adalah parameter yang diperlukan dalam pembuatan jaringan saraf tiruan:

1. Inisialisasi *range* bobot (*r*): *range* bobot biasanya berkisar $[-r, r]$

2. Banyaknya *node* dalam *hidden layer*: Menentukan jumlah *node* dalam setiap lapisan tersembunyi. Memilih jumlah *node* dapat ditentukan dengan cara *trial and error*.
3. Banyaknya *epoch*: Satu *epoch* adalah satu putaran dalam proses *training* data. Memperbesar banyaknya *epoch* akan meningkatkan akurasi, namun akan memakan waktu yang cukup lama. Begitu juga sebaliknya, jumlah *epoch* yang terlalu sedikit akan mengurangi akurasi namun memiliki waktu pengerjaan yang cepat.
4. Penjumlahan nilai pada *node*: Penjumlahan *node* dari satu *layer* ke *layer* berikutnya digunakan dengan menjumlahkan *value node* dikalikan dengan bobotnya masing-masing lalu dijumlahkan dengan *bias*. *Bias* bernilai satu dan memiliki bobotnya sendiri. Nilai *bias* digunakan untuk menghindari *value* dari *node* agar tidak bernilai nol. Gambar 3 menunjukkan perhitungan *value* pada suatu *node*.



Gambar 3 Penjumlahan *node* [13]

5. Fungsi aktivasi: Dalam *backpropagation*, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu: kontinu, terdiferensial dengan mudah dan merupakan fungsi yang tidak turun [14] Salah satu yang paling sering dipakai adalah fungsi *sigmoid* yang memiliki *range* (0,1) yang ditunjukkan pada rumus 1.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (1)$$

6. Besarnya *learning rate*: Adalah faktor pengali untuk kesalahan dalam perbaikan propagasi balik. Nilai *learning rate* yang rendah, akan menghasilkan pembelajaran yang lambat namun cenderung stabil. Nilai *learning rate* yang besar menghasilkan pembelajaran yang lebih cepat namun fase pembelajaran yang kurang stabil. Nilai *learning rate* berkisar antara 0.1 sampai 0.9.
7. *Critical error*: Merupakan batasan *error* yang diterima. Jika *error* yang keluar sama atau lebih kecil dari batasan *error* maka pelatihan dihentikan. Cara paling umum untuk menghitung *error* adalah menggunakan *Mean Square Error* (MSE).

$$MSE = (\text{target} - \text{output})^2 \quad (2)$$

8. Perhitungan *error*: Dalam fase *backpropagation* perlu dilakukan perhitungan *error* pada tiap *node* dengan menggunakan rumus perhitungan *error*

dengan cara mengkalikan turunan dari fungsi aktivasi dengan target yang diharapkan dikurangi dengan *output* dari *node* seperti yang terlihat pada Rumus 3.

$$\delta_j = f'(net_j)(target_j - output_j) \quad (3)$$

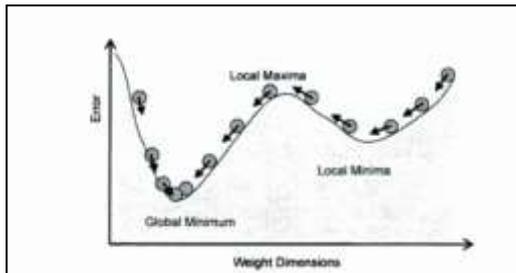
- Perubahan bobot: Perubahan bobot dilakukan setelah *error* diperoleh untuk menghitung bobot yang baru. Nilai perubahan bobot akan diperoleh dengan mengalikan *learning rate*, *error*, dan *value node* seperti terlihat pada rumus 4.

$$\Delta w_{ji} = \alpha \delta_j x_{ji} \quad (4)$$

Setelah diperoleh nilai perubahan bobot, maka akan dihitung bobot baru dengan menambahkan bobot lama dan bobot baru seperti pada Rumus 5.

$$w_{new} = w_{old} + \Delta w_{new} \quad (5)$$

- Momentum:** Merupakan parameter tambahan yang dapat dimasukkan kedalam perhitungan perubahan bobot *backpropagation*. *Momentum* digunakan untuk menghindari terjebak pada *local minimum* dan mengarahkan bergerak kedalam *global minimum* agar memperoleh *value error* yang lebih kecil seperti yang terlihat pada Gambar 4.



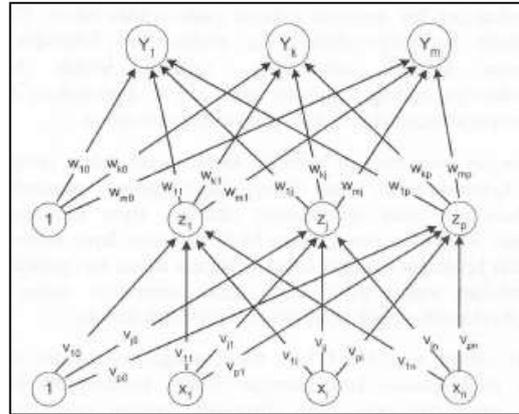
Gambar 4 Momentum [15]

Momentum dapat diterapkan dengan menambahkan perubahan bobot sebelumnya ($n-1$) dikalikan dengan *value momentum* yang telah ditetapkan. Rumus perubahan bobot menggunakan *momentum* dapat dilihat pada Rumus 6.

$$\Delta w_{ji}^n = \alpha \delta_j x_{ji} + \mu \Delta w_{ji}^{(n-1)} \quad (6)$$

Jaringan saraf tiruan memiliki 3 *layer* utama yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Gambar 5 adalah arsitektur dari jaringan saraf tiruan dengan n *input* (ditambah *bias*), *hidden layer* terdiri atas p *node* (ditambah *bias*), serta m *node output*

layer. V_{ji} merupakan bobot dari *input node* X ke unit tersembunyi Z . W_{jk} merupakan bobot dari *hidden layer* ke *output layer*.



Gambar 5 Arsitektur jaringan saraf tiruan [14]

D. Socket programming

Socket merupakan cara melakukan komunikasi antar program dalam suatu jaringan yang sama. Socket digunakan untuk mewakili konektivitas antar *client* dan *server*. Untuk membuat suatu *socket connection* dibutuhkan IP dan port yang digunakan. *Server* yang sedang berjalan menggunakan suatu *port* yang telah ditetapkan. *Server* menunggu *client* untuk membuat *connection*. *Client* yang mengetahui IP dan *port server* akan membuat permintaan koneksi. Setelah koneksi diterima *server* maka *socket* dapat digunakan sebagai media perpindahan data [16].

III. METODE DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Metode

Dalam penelitian ini, menggunakan metodologi penelitian sebagai berikut:

- Studi literature**
Pada tahap ini, dilakukan pencarian teori-teori mendasar mengenai pola tulang daun. Selain mencari data untuk objek kajian penelitian, dilakukan pula pencarian berbagai paper dan penelitian mengenai *backpropagation* sebagai program utama yang melakukan *pattern recognition* dan *edge detection* sebagai *image processing* untuk memproses citra warna menjadi greyscale.
- Perancangan sistem**
Tahap perancangan sistem mencakup pembuatan DFD untuk menganalisis aliran data, flowchart untuk penentuan alur program, dan perancangan desain antarmuka untuk merancang tampilan yang baik seperti posisi peletakan button, text, dan gambar untuk membuat suatu user interface.
- Pemograman sistem**

Pemrograman aplikasi menggunakan Android Studio sebagai client yang digunakan oleh user untuk mengirim image daun ke server. Software Eclipse Luna digunakan untuk merancang sistem jaringan saraf tiruan backpropagation dengan bahasa pemrograman Java sebagai server di laptop yang menerima masukan image dari client dan memberikan hasil output pola.

4. Pengujian dan survey

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan data daun ketiga pada sistem jaringan saraf tiruan yang sebelumnya sudah dilatih dengan data daun pertama dan kedua. Dihitung akurasi pengenalan pola masing-masing dan dihitung pula akurasi rata-ratanya. Survey dilakukan untuk mengetahui kemudahan dan manfaat dari aplikasi pengenalan pola tulang daun.

B. Perancang Sistem

Sistem dibagi ke dalam dua bagian yaitu sisi *server* dan *client*. Di sisi *client*, *user* dapat memilih gambar dengan menggunakan *camera* dari perangkat *smartphone*. Gambar dikirim ke *server*, *server* akan memproses *image* dengan *edge detection*, lalu melakukan perhitungan jaringan saraf tiruan untuk memperoleh *output* pola yang kemudian akan dikirim kembali ke *client*. *Client* yang menerima *output* pola akan menampilkan informasi *output* pola dengan *dialog alert*.

Program utama jaringan saraf tiruan Backpropagation terdiri atas tiga tahap inialisasi, feedforward, dan backpropagation. Inialisasi adalah bagian awal spesifikasi dalam jaringan saraf tiruan ditentukan. Proses inialisasi mencakup penentuan nilai input node, hidden node, output node, leraning rate dan momentum. Input node dimasukkan sesuai dengan image size yang digunakan, hidden node ditentukan dengan metode trial dan error dan output node adalah hasil yang dikeluarkan oleh jaringan saraf tiruan (dalam percobaan ini digunakan lima output node sesuai dengan jumlah pola yang ada). Digunakan learning rate sebesar 0.3 dan nilai momentum sebesar 0.9 [17].

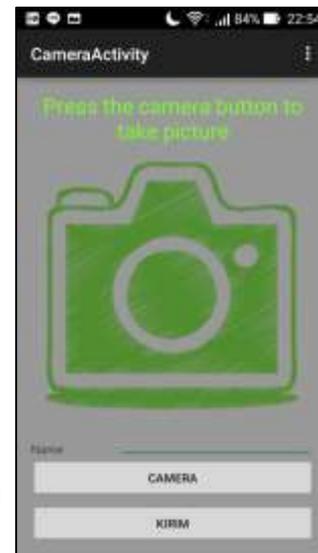
Feedforward adalah proses alur maju yang menghitung perubahan nilai dari input ke hidden layer, kemudian dari hidden layer untuk menunjukkan nilai yang dihasilkan pada output layer

IV. IMPLEMENTASI DAN UJI COBA

Proses uji coba dilakukan dengan melakukan percobaan menggunakan *image size* dan *hidden node* yang berbeda. Metode uji coba berdasarkan *trial and error* untuk mendapatkan suatu bobot yang optimal untuk mengenali pola tulang daun yang ada. Sistem dirancang dengan dua sistem utama sebagai *server* dan *client*. *User* menggunakan perangkat *smartphone*, sehingga *user* dapat secara langsung memfoto objek daun yang kemudian akan dikirim ke *server* komputer

untuk dilakukan proses pengenalan pola dengan menggunakan jaringan saraf tiruan, dan kemudian dikirim kembali hasil polanya ke perangkat *smartphone*.

Implementasi dengan menggunakan program berbasis android ditujukan untuk mempermudah *user* dalam proses pengambilan gambar yang lebih efisien (dapat langsung difoto atau menggunakan *gallery* dari *smartphone*) seperti yang ditunjukkan gambar 7.



Gambar 7 User interface image dari camera

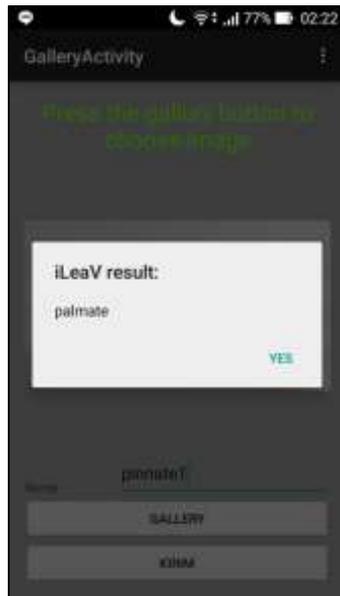
Gambar 8 adalah *user interface* saat *image* daun difoto, maka akan ditampilkan terlebih dahulu ke perangkat *smartphone*.



Gambar 8 User interface tampilan image

Gambar 9 adalah *user interface* saat *image* telah dikirim untuk proses pengenalan pola di server,

setelah hasil diperoleh maka akan ditampilkan dalam bentuk *alert dialog*.



Gambar 9 User interface hasil pola

Pertama-tama sistem diuji dengan logika sederhana (AND dan XOR) untuk membuktikan bahwa sistem jaringan saraf tiruan *backpropagation* dapat berjalan dengan baik. Selanjutnya pada sistem akan dilakukan uji coba dengan data daun yang menjadi fokus penelitian ini. Data yang diambil merupakan lima pola daun yang berbeda sebagai contoh dan sistem dapat dilatih untuk jenis pola pola yang lain. Tiap pola terdiri atas tiga helai daun yang difoto dan disimpan sebagai data. Daun pertama dan daun kedua (2/3) dari tiap pola akan digunakan sebagai *training set*, sedangkan data daun ketiga (1/3) akan digunakan sebagai *testing set* untuk akurasi pengenalan pola tersebut. Berikut adalah hasil rekapitulasi data daun dengan menggunakan berbagai *hidden node* dan *image size*:

Tabel 1 Rekapitulasi akurasi pengenalan pola

Image size	Hidden node	Epoch	rata-rata akurasi
100 X 100	10	5.044	38%
	20	1.939	56%
	50	624	44%
	100	222	60%
200 X 200	20	3.109	74%
	50	1.099	70%
	100	704	76%

Pada tabel, didapat tingkat akurasi tertinggi adalah 76% dan tingkat terendah adalah 38%. Ada beberapa faktor penyebab tingkat akurasi, salah satunya adalah pola daun yang tidak terlihat jelas, sehingga tidak

terbaca sebagai input pada jaringan syaraf tiruan. Tingkat akurasi ini masih memiliki tingkat yang belum maksimal sehingga perlu ditingkatkan dengan memperbaiki image preprocessing, sehingga diharapkan tingkat akurasi bertambah.

V. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *image* daun ketiga dapat disimpulkan bahwa aplikasi pengenalan pola tulang daun dengan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* telah berhasil dirancang dan dibangun. Sistem memperoleh akurasi rata-rata pengenalan yang paling baik sebesar 76%.

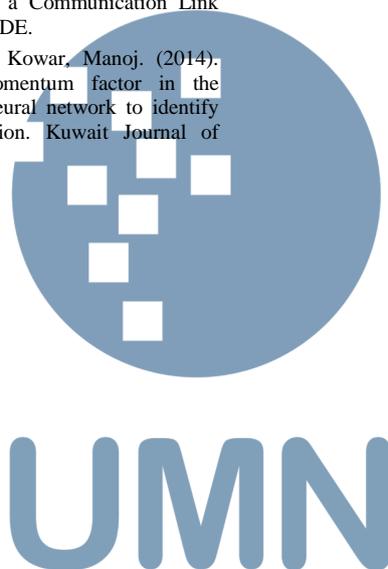
Image size memegang peranan penting dalam pengenalan pola. *Image size* yang terlalu kecil akan mengakibatkan data tidak memperoleh ciri khusus dari daun dan *image* yang terlalu besar akan memperoleh *noise* yang besar sehingga dapat mengganggu proses pengenalan pola. Dapat disimpulkan juga dengan bertambahnya *hidden node* maka nilai *epoch* akan semakin mengecil. Bobot optimal diperoleh dengan menggunakan *image size* 200 x 200, *hidden node* sebanyak 100, *learning rate* sebesar 0.3 dan *momentum* sebesar 0.9. Adapun akurasi masing-masing pola adalah *pinnate* (90%), *palmate* (90%), *reticulate* (100%), *parallel* (0%), dan *dichotomous* (100%).

Akurasi pola tulang daun *parallel* tidak dikenali sistem karena bentuk daun yang dipakai pada *training* dan *testing* tidak berhasil mendapatkan ciri khusus dari pola tulang daun dan adanya kemiripan dari bentuk pola luarnya dengan bentuk pola *pinnate*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zheng, Xiaodong & Wang, Xiaojie. (2010). Leaf Vein Extraction Based on Gray-scale Morphology. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing*. 2. 10.5815/ijgisp.2010.02.04.
- [2] Bowo, S. dkk. 2011. Analisis Deteksi Tepi Untuk Mengidentifikasi Pola Daun. skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang
- [3] Kelvianto, Kevin. 2014. Rancang bangun aplikasi pengklasifikasian jenis bunga menggunakan jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* berbasis android. Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang
- [4] Gustina, Sapriani, 2016 "Identifikasi Tanaman Kamboja Menggunakan Ekstraksi Ciri Citra Daun dan Jaringan Syaraf Tiruan". Annual Research Seminar: Computer Science and Information and Communications Technology_
- [5] Lee, K. B., dan Hong K. S. 2013. An Implementation of Leaf Recognition System using Leaf Vein and Shape. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology* Vol. 5, No. 2, April, 2013.
- [6] Larese, M.G., Namías, R., Craviotto, R.M., Arango, M.R., Gallo, C., & Granitto, P.M. (2014). Automatic classification of legumes using leaf vein image features. *Pattern Recognition*, 47, 158-168.
- [7] Struwe, L. 2016. Field identification of the 50 most common plant families in temperate regions (including agricultural, horticultural, and wild species). Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA.

- [8] Warnita, dkk. Tanpa tahun. Bahan Ajar Botani. Tersedia dalam : faperta.unand.ac.id/deposit/BahanAjarBotani.pdf [diakses 17 Maret 2016]
- [9] Geneve, Robert. Tanpa tahun. PLS 220: Intoduction to plant identification. University of Kentucky: Department of Horticulture.
- [10] J. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," in *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. PAMI-8, no. 6, pp. 679-698, Nov. 1986. doi: 10.1109/TPAMI.1986.4767851
- [11] Moueslund, Thomas B. 2009. Canny edge detection. Tersedia dalam: <http://www.cse.iitd.ernet.in/~pkalra/csl78>
- [12] Ginting, Eji Duanta. 2014. Perancangan Aplikasi Pengenalan Pola Daun Klasifikasi Jenis Tanaman Dengan Pemanfaatan Jaringan Saraf Tiruan Metode Probabilistik. Jurnal STMIK Budi Darma Medan.
- [13] K. Cannons and V. Cheung, 2002 "An Introduction to Neural Networks," Iowa State University, Ames.
- [14] Siang, J.J. 2005. Jaringan saraf tiruan & pemrogramnya dengan menggunakan matlab. Yogyakarta: Penerbit Andi
- [15] Priddy KL, Keller PE. Artificial neural networks: an introduction: SPIE Press 2005.
- [16] Aamir, Zeeshan. 2010. Developing a Communication Link between Agents and Cross Platform IDE.
- [17] Karmakar, S & Shrivastava, G & Kowar, Manoj. (2014). Impact of learning rate and momentum factor in the performance of back-propagation neural network to identify internal dynamics of chaotic motion. *Kuwait Journal of Science*. 41. 151-174.



Algoritma Fisher-Yates Shuffle dan Flood Fill sebagai Maze Generator pada Game Labirin

D. J. Owen Hoetama¹, Farica Perdana Putri², P.M. Winarno³

Program Studi Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia

dominicus.jovian@student.umn.ac.id

farica@umn.ac.id

pmwinarno@umn.ac.id

Diterima 1 November 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstract— Maze game is an interesting game and used to spend time. However, in the maze game, the level used for this game still uses static levels. Static levels make the maze shape stay the same if we play the same level. Thus, players will quickly feel bored because it finds the same complexity. Maze generator is a static level problem solution on the maze game. This research uses Fisher-Yates Shuffle algorithm and Flood Fill algorithm to make maze generator. Fisher-Yates Shuffle algorithm is used for wall position randomization and Flood Fill algorithm to keep the maze results to remain resolved. The results of the application implementation yielded 30 mazes and were tested using the Hamming Distance algorithm, yielding that the result of the maze formed is always different. The average percentage rate difference produced 48% each time the maze was formed. The results of the maze that was formed performed perfect maze checking with the result of 83.33% percentage.

Index Terms— Fisher-Yates Shuffle, Flood Fill, Maze Generator, Hamming Distance

I. PENDAHULUAN

Permainan Labirin merupakan permainan yang cukup menarik perhatian dan digunakan untuk membuang waktu luang [1]. Permainan Labirin adalah permainan yang bertujuan untuk mencari lokasi tujuan dari tempat semula [1]. *Static level* ditemukan dalam permainan labirin. *Level* yang sudah pernah dimainkan dalam permainan labirin akan selalu sama jika dimainkan kembali. Akibatnya pemain yang memainkan *level* yang sama akan menemukan kerumitan yang sama sehingga membuat pemain merasa bosan [2].

Random generator merupakan salah satu solusi untuk mengatasi *static level* [3]. Dalam permainan labirin, *random generator* diterapkan pada *maze generator* agar labirin yang dibentuk selalu berbeda setiap kali dimainkan [4].

Algoritma Fisher-Yates Shuffle dapat dijadikan referensi untuk diterapkan dalam sebuah aplikasi yang menggunakan metode pengacakan. Algoritma Fisher-Yates Shuffle merupakan cara yang optimal dengan waktu eksekusi yang efisien, serta dengan ruang penyimpanan memori yang tidak terlalu besar [5].

Algoritma Flood Fill merupakan metode yang umum digunakan untuk menyelesaikan permainan labirin dalam bentuk dinding [6]. Algoritma Flood Fill adalah algoritma yang menentukan area yang terhubung terhadap *node* pada *multidimensional array*. Sehingga, dapat ditentukan apakah setiap *node* saling berhubungan dan dapat dilalui [7] Algoritma Flood Fill mampu menangani segala macam bentuk susunan labirin secara efisien baik itu *perfect maze* ataupun *imperfect maze* karena langsung mengarah ke seluruh sel tujuan labirin [8].

Untuk mengatasi masalah *static level* pada permainan labirin, digunakan algoritma Fisher-Yates Shuffle sebagai pengacakan dinding untuk membuat *maze generator*. Namun, algoritma Fisher-Yates Shuffle hanya sebatas melakukan pengacakan, tidak dapat memastikan bahwa labirin dapat diselesaikan. Ditambahkan algoritma Flood Fill untuk menjaga hasil pengacakan algoritma Fisher-Yates Shuffle agar labirin yang terbentuk tetap dapat mencapai *finish*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan algoritma Fisher-Yates Shuffle dan algoritma Flood Fill sebagai *maze generator* pada permainan labirin dengan tiga tingkat kesulitan (*easy*, *normal*, dan *hard*) yang setiap kali dimainkan, bentuk labirinnya selalu berubah.

II. TELAAH LITERATUR

A. Game Labirin 2D

Permainan Labirin adalah suatu jenis permainan yang terlihat sederhana namun mempunyai banyak teka-teki logika untuk menyelesaikannya. Tampilan dua dimensi (panjang dan lebar), hanya dapat dilihat dari satu sudut perspektif. Aplikasi permainan labirin 2D ini bersifat *single-user*. Tingkatan atau level bermain pada game labirin 2D ini terletak pada penelusuran rute perjalanan yang harus dilalui oleh seorang pemain dalam menemukan jalur mana yang tepat. Objek digerakkan dengan menggunakan tombol pada *keyboard* dengan menekan tombol panah atas untuk menggerakkan maju ke depan, tombol panah bawah untuk menggerakkan mundur ke belakang, tombol panah kiri untuk menggerakkan belok ke kiri,

tombol panah kanan untuk menggerakkan belok ke kanan. Hal ini dilakukan sampai object menemukan jalan keluar [9].

B. Algoritma Fisher-Yates Shuffle

Fisher-Yates Shuffle, yang dinamakan sesuai dengan pengembangnya yaitu Ronald Fisher dan Frank Yates, ini digunakan untuk pengacakan posisi atau input (*list*). Posisi permutasi dihasilkan oleh algoritma ini muncul dengan probabilitas sama [10].

Algoritma Fisher-Yates Shuffle merupakan metode pengacakan yang lebih baik atau dapat dikatakan sesuai untuk pengacakan angka, dengan waktu eksekusi yang cepat serta tidak memerlukan waktu yang lama untuk melakukan suatu pengacakan. Algoritma *Fisher-Yates* terdiri dari dua metode yakni, metode orisinal dan metode modern [11].

Metode orisinal yang digunakan untuk menghasilkan permutasi secara acak untuk angka 1 sampai N sebagai berikut [11].

1. Tuliskan angka dari 1 sampai N.
2. Pilih sebuah angka acak K diantara 1 sampai dengan jumlah angka yang belum dicoret.
3. Dihitung dari bawah, coret angka K yang belum di coret, dan tuliskan angka tersebut di lain tempat.
4. Ulangi langkah 2 dan langkah 3 sampai semua angka sudah tercoret.
5. Urutan angka yang dituliskan pada langkah 3 adalah permutasi acak dari angka awal.

Pada versi modern yang digunakan sekarang, angka terpilih tidak dicoret, tetapi posisinya ditukar dengan angka terakhir dari angka yang belum terpilih. Berikut metode modern yang digunakan untuk menghasilkan permutasi acak untuk angka 1 sampai N [11].

1. Masukan array yang akan diacak urutannya.
2. Hitung jumlah elemen dari 1 sampai N.
3. Ambil elemen secara acak dari elemen yang tersisa.
4. Tukar dengan elemen ke-N.
5. Ulangi selama masih ada elemen yang tersisa.
6. Tampilkan array baru yang telah di acak urutannya.

Tabel 1 merupakan operasi algoritma Fisher-Yates Shuffle modern dengan ketentuan *range* adalah jumlah angka yang belum terpilih, *roll* adalah angka acak yang terpilih, *scratch* adalah daftar angka yang belum terpilih, dan *result* adalah hasil permutasi yang akan didapatkan [10].

Tabel 1. Contoh pengerjaan algoritma Fisher Yates Shuffle modern

Range	Roll	Scratch	Result
		12345678	
1-8	5	1234867	5

Range	Roll	Scratch	Result
1-7	3	127486	3 5
1-6	4	12768	4 3 5
1-5	5	1276	8 4 3 5
1-4	2	167	2 8 4 3 5
1-3	3	16	7 2 8 4 3 5
1-2	1	6	1 7 2 8 4 3 5
Hasil Pengacakan :			6 1 7 2 8 4 3 5

C. Algoritma Flood Fill

Langkah yang paling tepat untuk dapat mengerti algoritma Flood Fill adalah dengan menggunakan analogi air yang ditumpahkan pada sebuah *maze*. Berikut langkah-langkah pengerjaan algoritma Flood Fill [6].

1. Proses penumpahan air terpusat hanya pada satu titik (*center*, selanjutnya titik ini akan dikenal sebagai tujuan).
2. Air akan membanjiri titik *center* ini, kemudian mulai mengalir ke area disekitarnya, yang tidak terhalang oleh dinding (dapat diakses secara langsung).
3. Secara virtual, *maze* dibagi menjadi beberapa kotak kecil (*array*).
4. Kotak di mana titik *center* berada, diberi nilai '0'.
5. Kotak yang terisi air setelah *center*, akan diberi nilai.
6. Kotak yang terisi air setelah golongan 1, akan diberi nilai 2.
7. Kotak yang terisi air setelah golongan 2, akan diberi nilai 3.
8. Dan begitu pula untuk kotak yang terisi air selanjutnya.

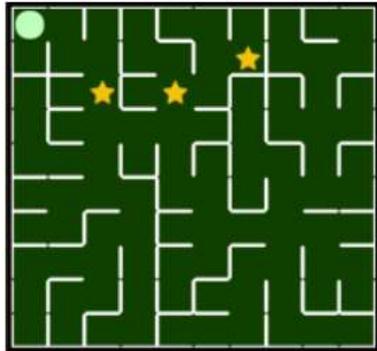
Arti dari nilai di dalam masing-masing kotak adalah jumlah kotak yang harus ditempuh dari kotak tersebut untuk mencapai *center* (tujuan). Asumsikan kotak yang berada pada bagian bawah sebelah kiri merupakan *start*, kemudian ikutilah kotak yang memiliki nilai lebih kecil dari nilai kotak yang sedang ditempati. Rute yang akan terbentuk adalah rute terpendek yang dapat ditempuh dari *start* menuju ke *center* [6].

D. Perfect Maze

Perfect maze adalah salah satu kategori labirin berdasarkan pola bentuk jalan yang ada di dalam labirin. Suatu labirin dikatakan *perfect maze* apabila kondisi-kondisi berikut terpenuhi [4]:

- Tidak ada jalan yang berulang atau memutar,
- Tidak ada sel yang terisolasi,
- Hanya memiliki 1 solusi.

Gambar 1 merupakan contoh *perfect maze* yang seluruh kondisi terpenuhi.



Gambar 1. Contoh *perfect maze*

E. *Hamming Distance*

Algoritma Hamming Distance digunakan untuk mengukur jarak antara dua string yang ukurannya sama dengan membandingkan karakter kedua string pada posisi yang sama [12]. Gambar 2 menunjukkan contoh penggunaan Hamming Distance.

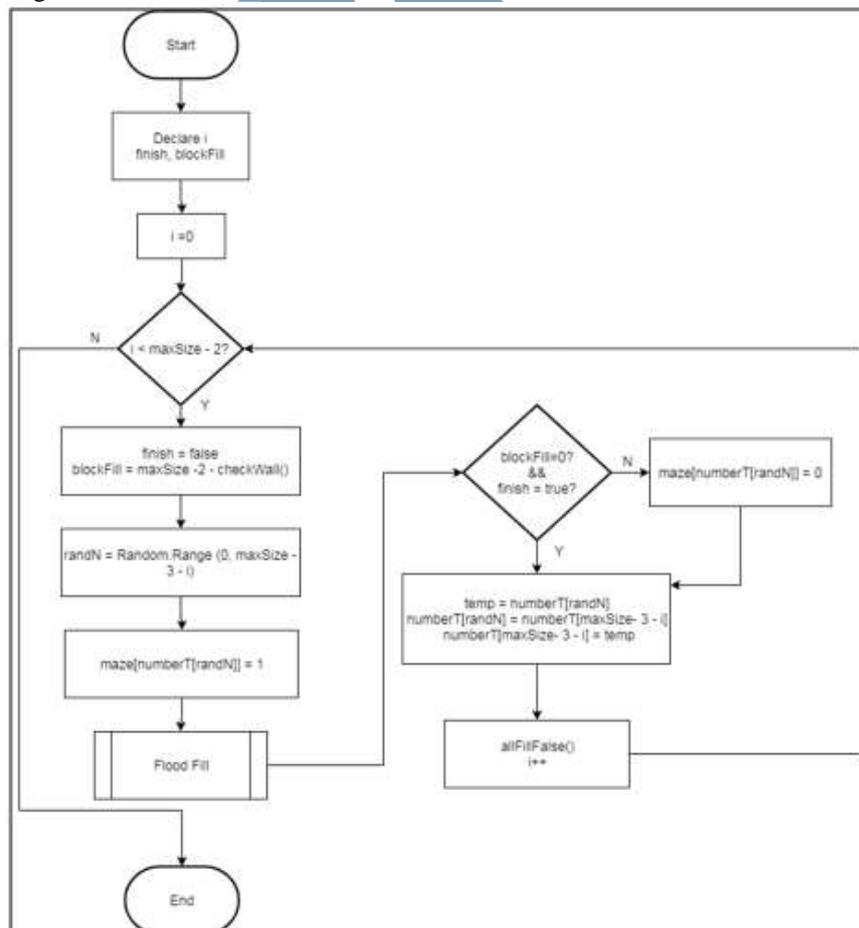
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T =	a	l	g	o	r	i	t	m	a
S =	a	l	g	o	r	i	m	m	a

Gambar 2. Contoh penggunaan Hamming Distance

Dari Gambar 2, jarak yang didapat dengan menggunakan Hamming Distance adalah 2.

III. IMPLEMENTASI ALGORITMA

Pada penelitian ini, Algoritma Fisher-Yates Shuffle dan algoritma Flood Fill diimplementasikan pada *maze generator* pada permainan Labirin. Permainan Labirin yang dibangun adalah permainan *single player* yang cara memainkannya dengan menggunakan tombol panah untuk menggerakkan karakter. Karakter berada dalam suatu labirin dan harus bergerak mencari jalan keluar.



Gambar 3. Flowchart penerapan algoritma pada *maze generator*

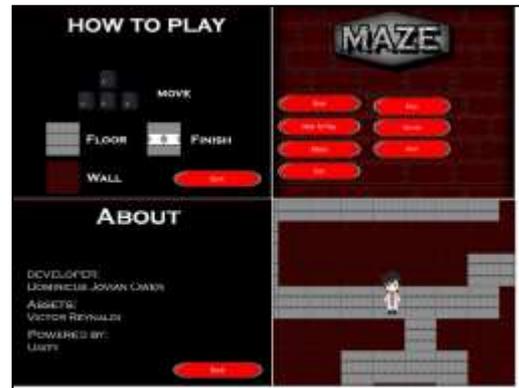
Gambar 3 merupakan langkah-langkah penerapan algoritma pada *maze generator* permainan Labirin yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Melakukan inialisasi *block start*, *block finish*, dan seluruh *string maze*

Melakukan inialisasi seluruh nilai *string* menjadi 0. Dilanjutkan pengacakan untuk membuat *block start* dan *block finish* pada *string maze*. Hasil pengacakan angka akan membuat nilai pada indeks *string* tersebut

- menjadi 2 untuk Start dan 3 untuk Finish. Nilai pada indeks yang digunakan oleh *block start* dan *block finish* akan ditukar dengan nilai indeks terakhir agar nilai tersebut tidak muncul pada saat pengacakan algoritma Fisher-Yates Shuffle.
- Pengacakan angka oleh algoritma Fisher-Yates Shuffle
Melakukan pengambilan angka secara acak dengan *range* nol hingga total jumlah *block* yang nilainya belum muncul pada pengacakan sebelumnya.
 - Mengubah nilai pada *string maze* sesuai nilai pada indeks pengacakan
String maze pada indeks hasil pengacakan angka akan diubah menjadi 1. Nilai 1 berarti *block* tersebut akan menjadi tembok.
 - Pengecekan oleh algoritma Flood Fill
Hasil *string* setelah pengacakan akan diproses algoritma Flood Fill untuk pengecekan. Proses ini untuk melihat apakah seluruh *block* jalan dapat ditelusuri dan apakah *block finish* dapat dicapai.
 - Menetapkan nilai *string maze*
Hasil algoritma Flood Fill untuk memastikan bahwa *string* pada indeks angka pengacakan tetap dapat menjadi tembok. Dari hasil algoritma Flood Fill jika seluruh jalan dapat ditempuh dan *block finish* dapat dicapai, maka nilai *string* indeks tersebut tetap 1. Sedangkan jika tidak terpenuhi, maka nilai *string* indeks tersebut kembali menjadi 0.
 - Menukar nilai indeks pengacakan dengan nilai indeks terakhir
Setelah menetapkan nilai *string maze*, angka pada indeks pengacakan ditukar dengan angka indeks terakhir. Proses ini merupakan proses algoritma Fisher-Yates Shuffle setelah pengacakan angka. Proses ini dilakukan agar angka hasil pengacakan tidak muncul kembali pada proses pengacakan selanjutnya.
 - Melakukan langkah kedua sampai keenam hingga proses iterasi algoritma Fisher-Yates Shuffle selesai.
Proses ini terus dilakukan hingga iterasi pada jumlah total *block maze*. Dapat dipastikan bahwa seluruh *block* dengan urutan acak dicoba untuk dijadikan tembok dan dilakukan pengecekan oleh algoritma Flood Fill agar *block* tersebut dinyatakan dapat atau tidak untuk menjadi tembok.
 - Mendapatkan hasil *string maze* dan membentuk *maze*
Hasil proses algoritma Fisher-Yates Shuffle dan algoritma Flood Fill dalam bentuk *string maze*. Nilai pada *string* memiliki 4 arti, yaitu 0 sebagai jalan, 1 sebagai tembok, 2 sebagai *start*, dan 3 sebagai *finish*. Dari hasil *string* tersebut, akan dibentuk *maze* sesuai dengan ukuran level yang dipilih.

IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

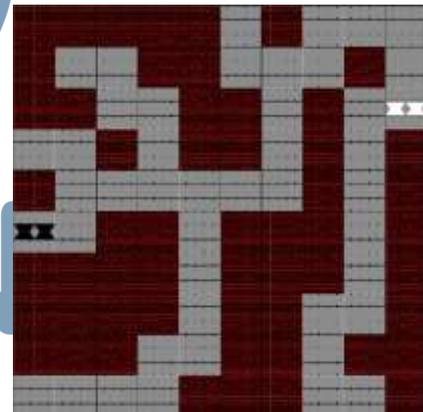


Gambar 4. Tampilan permainan labirin

Gambar 4 merupakan hasil implementasi algoritma Fisher-Yates Shuffle dan Flood Fill pada permainan Labirin.

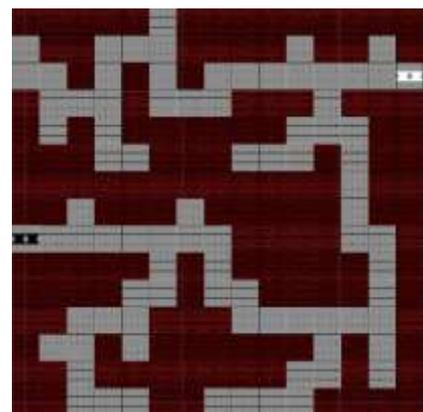
Empat menu utama dalam permainan Labirin adalah Start, How to Play, About, dan Exit. Terdapat tiga level yang dapat dipilih, yaitu Easy, Normal, dan Hard. Ukuran labirin akan dibentuk sesuai dengan level yang dipilih, yaitu:

- Tingkat Easy dengan ukuran 10 x 10 blok



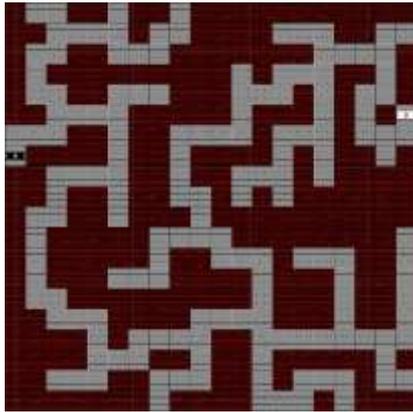
Gambar 5. Contoh maze tingkat Easy

- Tingkat Normal dengan ukuran 15 x 15 blok



Gambar 6. Contoh maze tingkat Normal

- Tingkat Hard dengan ukuran 20 x 20 blok

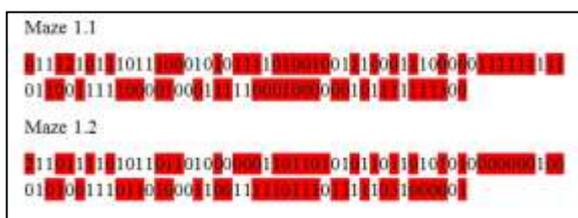


Gambar 7. Contoh *maze* tingkat Hard

Saat permainan telah dimulai, pemain akan menggerakkan karakter dengan menggunakan tombol anak panah untuk bergerak 4 arah. Pemain hanya bisa berjalan pada Floor (abu-abu) dan tidak bisa berjalan melewati Wall (merah bata). Permainan akan berakhir pada saat pemain menyentuh Finish.

V. EVALUASI

Uji coba aplikasi yang dilakukan adalah menghitung persentase perbedaan hasil *string* labirin yang telah dibuat dari hasil implementasi algoritma Fisher-Yates Shuffle dan algoritma Flood Fill menggunakan algoritma *Hamming Distance*. Hasil *string* labirin dibandingkan dengan *string* labirin yang di-generate pada *level* yang sama. Sebagai contoh Gambar 8 merupakan perbandingan dua *maze string* menggunakan *Hamming Distance*. Hasil perbedaan dari Maze 1.1 dengan Maze 1.2 menggunakan algoritma Hamming Distance adalah 60. Nilai ini digunakan untuk mengecek seberapa besar perbedaan Maze 1.1 dan Maze 1.2 yang dihasilkan oleh *maze generator*. Dari Gambar 8 dapat dilihat terdapat 60 perbedaan nilai yang ada pada Maze 1.1 dan Maze 1.2.



Gambar 8. *Hamming distance* dua *string maze*

Perhitungan algoritma *Hamming Distance* pada setiap *level maze* dilakukan secara manual. *Maze* yang diuji berjumlah 10 setiap *level* dan menghasilkan total 30 *maze* yang diuji. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil persentase perbedaan *maze*

Level	Rata-rata <i>Hamming Distance</i>	Jumlah <i>block</i>	Persentase perbedaan
<i>Easy</i>	48.78	100	48.78%

Level	Rata-rata <i>Hamming Distance</i>	Jumlah <i>block</i>	Persentase perbedaan
<i>Normal</i>	105.89	225	47.06%
<i>Hard</i>	192.6	400	48.15%
Rata-rata			48.00%

Berdasarkan Tabel 2, persentase perbedaan pada level *Easy* adalah 48.78%, persentase pada level *Normal* adalah 47.06% dan persentase perbedaan pada level *Hard* adalah 48.15%. Dari keseluruhan level, persentase yang didapat adalah 48%. Artinya perbedaan labirin setiap kali dimainkan adalah 48%.

Hasil labirin yang sudah didapat dilakukan pengecekan *perfect maze*. *Perfect maze* berarti labirin tidak memiliki jalan yang memutar, tidak memiliki sel yang terisolasi, dan hanya memiliki 1 jalan keluar.

Tabel 3. Hasil pengecekan *perfect maze*

<i>Maze</i>	<i>Perfect Maze</i>
1.1	Ya
1.2	Ya
<i>Maze</i>	<i>Perfect Maze</i>
1.3	Tidak
1.4	Ya
1.5	Ya
1.6	Tidak
1.7	Ya
1.8	Ya
1.9	Ya
1.10	Ya
2.1	Ya
2.2	Ya
2.3	Ya
2.4	Ya
2.5	Ya
2.6	Ya
2.7	Ya
2.8	Ya
2.9	Tidak
2.10	Ya
3.1	Ya
3.2	Ya
3.3	Ya
3.4	Tidak
3.5	Ya
3.6	Ya
3.7	Ya
3.8	Ya
3.9	Ya
3.10	Tidak

Berdasarkan Tabel 3, bentuk labirin yang memiliki bentuk *perfect maze* berjumlah 25 labirin dari 30 labirin yang diuji. Dengan demikian persentase labirin yang dibuat berbentuk *perfect maze* adalah 83.33%.

VI. SIMPULAN DAN SARAN

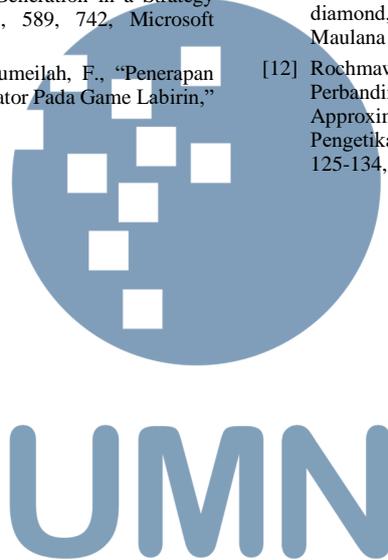
Hasil pengujian menggunakan algoritma *Hamming Distance* menunjukkan bahwa setiap labirin yang dibentuk memiliki perbedaan. Rata-rata persentase perbedaan keseluruhan labirin yang dibentuk adalah

48%. Persentase *perfect maze* pada labirin yang dibentuk dengan algoritma ini adalah 83.33%.

Pengembangan penelitian selanjutnya dapat membuat *maze generator* dengan menggunakan algoritma lain dan menguji perbedaan *maze* yang dibentuk oleh *maze generator* algoritma tersebut. Penelitian dapat dilanjutkan dengan membandingkan suatu parameter dari *maze generator* penelitian ini dengan penelitian lainnya. Parameter yang dapat dibandingkan antara lain seperti kecepatan pembuatan *maze* atau persentase perbedaan setiap *maze*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astawa, I Gede Santi, "Penggunaan Metode Kecerdasan Buatan Runtut Maju dalam Memecahkan Permasalahan Game Labirin," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 1, hal. 37-46, 2012.
- [2] Kurniawan, Meiki & Jumeilah, Fithri Selva, "Penerapan Algoritma Depth-First Search Sebagai Maze Generator pada Game Labirin Menggunakan Unity 3D," *STMIK GI MDP*, 2015.
- [3] Street, Greg, dkk., "Random Map Generation in a Strategy Video Game," *US Patent No. 7, 589, 742*, Microsoft Corporation, 2009.
- [4] Liga, T., Supriyono, S., & Selva Jumeilah, F., "Penerapan Algoritma Prim Sebagai Maze Generator Pada Game Labirin," *STMIK GI MDP*, 2016.
- [5] Nugraha, Ryan, dkk., "Penerapan Algoritma Fisher-Yates Pada Aplikasi The Lost Insect Untuk Pengenalan Jenis Serangga Berbasis Unity 3D," *STMIK GI MDP*, 2015.
- [6] Hendriawan, Akhmad., "Penyelesaian Jalur Terpendek dengan menggunakan Algoritma Flood Fill pada Line Maze," *Industrial Electronic Seminar*, 2010.
- [7] Fikri, Hasnul Arief, dkk., "Perancangan Permainan Flood Filling pada Platform Android," *Jurnal Dunia Teknologi Informasi*, vol.1, no.1, hal. 35-43, 2012.
- [8] Sutejoningtyas, F., "Perbandingan Algoritma Flood-Fill dengan Algoritma Backtracking dalam Pencarian Jalur Terpendek pada Robot Micromouse," *Doctoral dissertation, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer Universitas Kristen Satya Wacana*, 2015.
- [9] Sirait, Rina Br., "Perancangan Aplikasi Game Labirin dengan Menggunakan Algoritma Backtracking," *STMIK Budidarma Medan*, vol. 5, no. 2, hal. 100-103, 2013.
- [10] Kurniawan, Fachrul, "Game Bahari Menggunakan Algoritma Fisher Yates Suffle Sebagai Pengacak Posisi NPC," *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 7, no. 2, hal. 71-76, 2015.
- [11] Zakifardan, I., "Implementasi algoritma dynamic weighting A* untuk pencarian rute terpendek pada NPC dan fisher-yates shuffle untuk pengaturan konten pada game 3D finding diamond," *Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*, 2016.
- [12] Rochmawati, Y. dan Kusumaningrum, R., "Studi Perbandingan Algoritma Pencarian String dalam Metode Approximate String Matching untuk Identifikasi Kesalahan Pengetikan Teks," *Jurnal Buana Informatika*, vol. 7, no. 2, hal. 125-134, 2016.



Aplikasi Asesmen Anak Berkebutuhan Khusus di SLB Rafaha Arjasari Menggunakan Progressive Web App

Nawan Tutu Syah Lampah¹, Eko Budi Setiawan²

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia, Jl. Dipatiukur 112 Bandung
nawantutu@gmail.com
eko@email.unikom.ac.id

Diterima 14 November 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstract— Rafaha Arjasari Special School is one of the schools that provide special education for children with special needs. Learning will not run optimally and will not be in accordance with the needs of students if previously there was no process of extracting the needs, potential, and challenges needed by students with special needs. This research resolves the problems faced by teachers when the assessment process is for children with special needs. This assessment applications built in the form of web-based applications using the Progressive Web App (PWA) technology to facilitate teachers in conducting the assessments process. This application provides features for assessing visual perceptions and perceived perceptions by utilizing the flash and vibrate features on the android smartphone. The conclusion of this research is that the application built can help the school in the assessment process to be more effective and efficient because the application is still running well, although not connected to the internet.

Index Terms— Assessment, Children with Special Needs, Progressive Web App, Android

I. PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan di sekolah luar biasa yang befokus untuk mendidik anak berkebutuhan khusus (ABK). Pendidikan tidak akan berjalan dengan optimal apabila pendidik tidak mengetahui hambatan, risiko, dan potensi yang dimiliki oleh setiap siswa. Berdasarkan wawancara dengan Ibu Hj. Djuang Fitriani, M.Pd. sebagai kepala sekolah SLB Rafaha Arjasari Pada bulan Februari 2018, asesmen adalah proses yang mutlak dilakukan agar pendidik dapat mengetahui informasi-informasi yang diperlukan dari setiap siswa.

Anak yang dikategorikan berkebutuhan dalam aspek fisik meliputi kelainan dalam indra penglihatan (tunanetra) kelainan indra pendengaran (tunarungu) kelainan kemampuan berbicara (tunawicara) dan kelainan fungsi anggota tubuh (tunadaksa) [1].

Kekhususan yang mereka miliki menjadikan ABK memerlukan pendidikan dan layanan khusus untuk mengoptimalkan potensi dalam diri mereka secara sempurna [2]. Jumlah anak berkebutuhan khusus di

Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Persatuan Bangsa-Bangsa (PBB) memperkirakan bahwa paling sedikit ada 10 persen anak usia sekolah yang memiliki kebutuhan khusus. Di Indonesia, jumlah anak usia sekolah, yaitu 5 - 14 tahun, ada sebanyak 42,8 juta jiwa. Jika mengikuti perkiraan tersebut, maka diperkirakan ada kurang lebih 4,2 juta anak Indonesia yang berkebutuhan khusus [3].

Beberapa ahli juga menyebut anak berkebutuhan khusus adalah mereka yang memiliki disabilitas intelektual dan perkembangan, disabilitas fisik, disabilitas sensoris (indera), hambatan/masalah perilaku, kesulitan belajar, serta cerdas dan bakat [4].

Sejalan dengan pengertian diatas, SLB Rafaha menerima siswa dan memberikan layanan pendidikan bagi anak yang memiliki hambatan fisik, emosi, mental, sosial dan memiliki kecerdasan serta bakat khusus. Sekolah ini bertujuan untuk mengoptimalkan kemampuan yang dimiliki seorang anak berkebutuhan khusus serta untuk memenuhi tujuan pendidikan nasional.

Asesmen merupakan proses mengumpulkan, menganalisis dan menginterpretasikan data atau informasi tentang peserta didik dan lingkungannya [5]. Hal tersebut dilakukan untuk mendapat gambaran berbagai kondisi individu dan lingkungannya sebagai dasar pengembangan program pendidikan dan layanan khusus.

Proses asesmen yang dilakukan oleh SLB Rafaha Arjasari dilakukan di sekolah ataupun langsung berkunjung ke tempat tinggal siswa dengan membawa berkas yang banyak berisi butir-butir instrumen asesmen tiap-tiap aspek dan sejumlah anak yang akan di uji. Wawancara kemudian dilakukan kepada keluarga siswa disertai observasi terkait kondisi calon siswa. Permasalahan muncul ketika data yang diperoleh hilang dikarenakan berkas asesmen hilang atau tercecer. Permasalahan kedua yang muncul adalah asesmen sering kali dilakukan dalam waktu dan dalam kondisi yang tidak terduga, tidak hanya selesai dalam satu waktu saja. Ketiga, kondisi internet di sekitar

sekolah SLB Rafaha Arjasari memiliki kondisi yang kurang stabil, bahkan dalam suatu waktu bisa *offline* sehingga tidak bisa terhubung dengan internet.

Oleh karena itu diperlukan sebuah aplikasi berbasis web yang memiliki performa yang baik meskipun dalam kondisi internet yang buruk masih dapat mengakses serta memanfaatkan fitur-fitur dalam *smartphone* yang digunakan untuk asesment. Salah satu aplikasi berbasis web yang dapat diakses melalui *smartphone* dan mampu berjalan dalam kondisi jaringan yang buruk sekalipun adalah *Progressive Web App* (PWA). PWA adalah *Mobile Web* yang menggunakan teknologi-teknologi terbaru guna menghasilkan *mobile web* yang memiliki pengalaman pengguna yang jauh lebih baik dari *Mobile Web* tradisional [6].

Berdasarkan permasalahan dan pengamatan dalam proses asesmen manual yang dilakukan di SLB Rafaha Arjasari maka diperlukan aplikasi asesmen berbasis web sebagai solusi dari permasalahan dan pemanfaatan fasilitas yang ada. Aplikasi tersebut masih dapat berjalan meskipun dalam kondisi internet yang tidak stabil atau bahkan ketika *offline* sekalipun.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Asesmen

Istilah asesmen dalam pendidikan khusus memiliki makna yang berbeda dengan asesmen yang digunakan secara umum dalam dunia pendidikan. Pada umumnya orang sering menterjemahkan istilah asesmen sebagai penilaian, padahal sesungguhnya terjemahan itu tidak cocok, sebab asesmen dalam pendidikan khusus memiliki pengertian yang khas. Sejalan dengan hal ini, Sari mengartikan asesmen sebagai proses mengumpulkan, menganalisis dan menginterpretasikan data atau informasi tentang peserta didik dan lingkungannya [5].

Asesmen dalam pendidikan khusus dapat dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu asesmen berazaskan kurikulum (asesmen akademik), dan asesmen berazaskan perkembangan (asesmen non-akademik). Sejalan dengan ruang lingkup asesmen, asesmen diartikan sebagai suatu proses untuk mengambil keputusan dengan menggunakan informasi yang diperoleh melalui pengukuran hasil belajar yaitu menggunakan instrumen test maupun non tes [7].

Sementara itu Hartati [8] menyebutkan bahwa asesmen perkembangan anak merupakan suatu proses yang dilakukan secara sistematis dalam usaha untuk memperoleh informasi tentang kemampuan dan perkembangan anak. Hasil asesmen akan menjadi laporan atau informasi bagi guru dan orangtua dalam merancang program dan kebutuhan yang sesuai dengan pencapaian [8].

Berdasarkan pengertian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa asesmen adalah upaya untuk mengetahui kemampuan-kemampuan yang dimiliki, hambatan atau kesulitan yang dialami, mengetahui

latar belakang mengapa hambatan atau kesulitan itu muncul dan untuk mengetahui bantuan apa yang dibutuhkan oleh yang bersangkutan. Berdasarkan data hasil asesmen tersebut dapat dibuat program pembelajaran yang tepat bagi anak itu.

B. Progressive Web App

Progressive Web Apps (PWA) didefinisikan sebagai serangkaian konsep dan kata kunci seperti progresif, responsif, konektivitas yang independen, menyerupai aplikasi *native*, segar, aman, mudah ditemukan, dapat direkayasa ulang, dapat dipasang dan ditautkan [9].

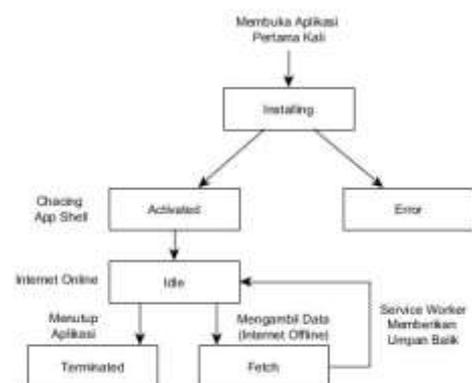
PWA berguna untuk pengguna sejak pertama membuka halaman sebuah web dengan konsep PWA, dan seiring dengan pengguna menggunakan aplikasi web lebih banyak lagi, aplikasi akan menjadi semakin *powerful*. Aplikasi dapat dimuat dengan cepat, bahkan dalam kondisi internet yang kurang baik sekalipun, dapat mengirim *push notifications*, mempunyai ikon aplikasi di *home screen*, dan bisa berjalan dalam mode layar penuh [10].

Adapun beberapa teknologi yang ada dalam *progressive web app* adalah sebagai berikut:

1) Service Worker

Service worker adalah salah satu jenis dari web *worker*, yaitu script yang berjalan di belakang browser pengguna. *Service worker* pada dasarnya adalah berkas *JavaScript* yang berjalan pada *thread* yang berbeda dengan *main thread browser*, menangani *network request*, *caching*, mengembalikan *resource* dari *cache*, dan bisa mengirimkan *push message* [10].

Service worker sudah mulai berjalan ketika web pertama kali dimuat secara otomatis, dengan kata lain pengguna tidak perlu melakukan aksi untuk menyalakan *service worker*. Penggunaan memori pada *service worker* juga tidak terlalu besar karena *service worker* akan langsung mati apabila sedang tidak digunakan. Gambar 1 berikut merupakan daur hidup (*life cycle*) *service worker*:



Gambar 1. *Life cycle* Service worker

2) Web App Manifest

Web app manifest adalah salah satu dari kumpulan teknologi dalam *progressive web app*. *Web app*

manifest berbentuk file JSON sederhana yang berfungsi sebagai penyedia informasi aplikasi web. Informasi yang disediakan seperti nama aplikasi, pemilik, ikon, dan deskripsi aplikasi web, hal ini bertujuan agar aplikasi web yang dibuat dapat memberikan fitur *Add To Homescreen*.

3) IndexedDB

IndexedDB adalah media penyimpanan lokal *non-sql* yang ada pada browser. *IndexedDB* memungkinkan kita menyimpan komponen-komponen yang ada pada aplikasi pada saat jaringan internet dalam kondisi *offline*, yang mana hal ini sangat bagus untuk memastikan setiap *request* yang dikirim dapat tersimpan didalam *database* aplikasi.

4) BackgroundSync

BackgroundSync adalah API baru yang memungkinkan aplikasi menunda tindakan hingga pengguna memiliki jaringan internet yang stabil. Hal ini berguna untuk memastikan apapun yang dikirim oleh pengguna telah berhasil terkirim.

C. React.js

React.js adalah *UI library* yang dikembangkan oleh Facebook untuk memfasilitasi pengembang web interaktif, *stateful*, dan komponen *UI* yang mudah digunakan. *React.js* sudah digunakan pada *website* Facebook dibagian produksi. *React.js* juga merupakan *library* terbaik untuk melakukan *render user interface* yang kompleks dengan performa yang tinggi. Konsep dasar pada *React.js* adalah ada pada *Virtual DOM*.

React.js lebih efektif menggunakan *Virtual DOM*, yang mana dapat melakukan *render* pada bagian *client* ataupun bagian server [11].

D. Application Programming Interface (API)

API adalah aplikasi pemrograman yang secara khusus dikembangkan untuk digunakan sebagai perantara komunikasi antara komponen-komponen perangkat lunak. Biasanya hasil *output* dari API dapat berupa data XML ataupun JSON, tergantung dari situs mana yang menyediakan API tersebut [12] [13].

E. Lighthouse

Pada awal tahun 2018, Google merilis aplikasi *SEO* yang bernama *Lighthouse*. *Lighthouse* yang menawarkan bagaimana cara meningkatkan kualitas halaman web. *Lighthouse* adalah aplikasi *open source* yang dibangun oleh Google untuk menguji *Progressive Web App*, *Performance*, *Accessibility*, *Best Practice*, dan *SEO* [10].

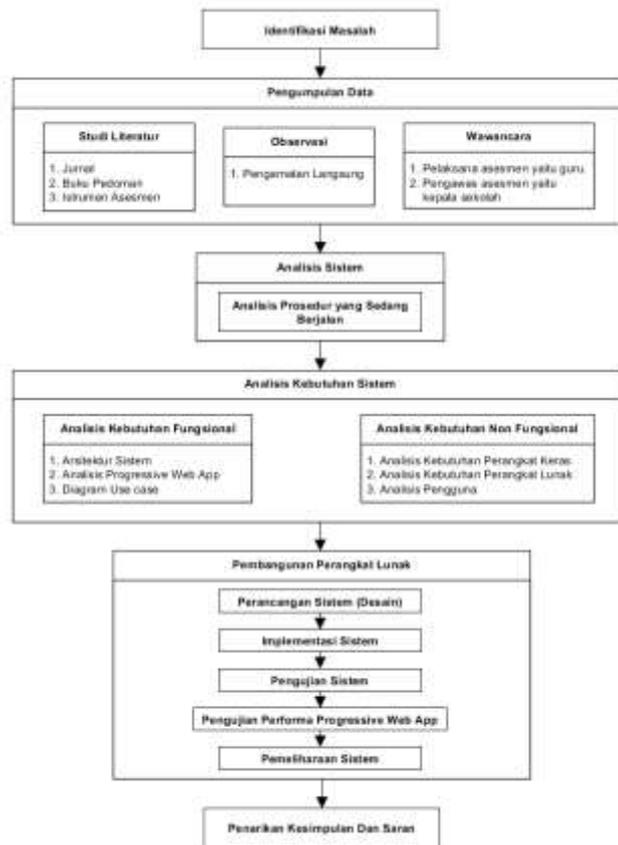
III. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metodologi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu metode pengumpulan data dan metode pembangunan perangkat lunak dengan model *waterfall*. Metode *waterfall* merupakan model pengembangan sistem informasi yang sistematis dan sekuensial [14].

Tahapan lengkap pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



UMN



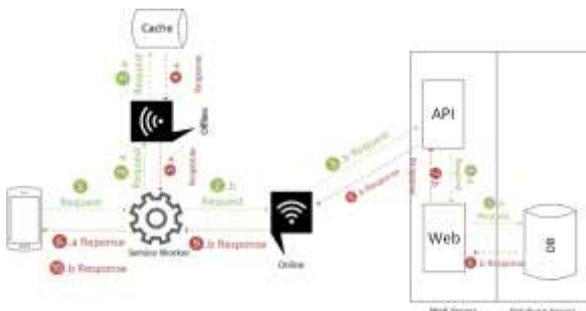
Gambar 2. Tahapan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini terdiri dari tahapan penelitian yang dilakukan. Tahapan tersebut terdiri dari analisis dan perancangan sistem, analisis teknologi, implementasi, dan pengujian sistem.

A. Analisis dan Perancangan Sistem

Aplikasi yang akan dibangun yaitu aplikasi asesmen bagi anak berkebutuhan khusus dengan menggunakan teknologi *progressive web app*. Berikut adalah arsitektur aplikasi yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Sistem

Dari gambar 3 pada saat pengiriman *request* maka *request* akan dilanjutkan kepada *service worker*, setelah itu *service worker* akan melakukan pengecekan apakah internet dalam keadaan *online* atau *offline*. Jika *offline* maka *request* akan dikirimkan kepada penyimpanan *cache*, dari penyimpanan *cache* akan

dikirim *response* yang nantinya akan diterima oleh pengguna. Sedangkan jika internet *online* maka *request* akan dilanjutkan kepada database server melalui API yang selanjutnya database akan mengembalikan *response* yang ditujukan untuk pengguna.

B. Analisis Teknologi yang Digunakan

Analisis teknologi adalah proses menganalisa cara kerja teknologi-teknologi yang digunakan pada aplikasi ini. Pada tahap ini akan dijelaskan bagaimana teknologi-teknologi apa saja yang ada pada *progressive web app*.

Service worker adalah *script* yang berjalan di belakang browser pengguna. *Service worker* tidak membutuhkan sebuah halaman ataupun interaksi dari pengguna untuk menjalankan tugasnya, dengan begitu *service worker* akan terus berjalan walaupun halaman webnya tidak terbuka. *Service worker* memiliki beberapa *event* untuk menangani setiap kondisi pada *service worker*. Salah satunya adalah *event fetch* yang memungkinkan *service worker* dapat tetap menjalankan setiap *request* yang dikirim oleh pengguna walaupun dalam kondisi internet yang sedang *offline*. Arsitektur *lifecycle* dan penjelasan setiap *event* pada *service worker* dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 1.

Berikut adalah deskripsi dari gambar *lifecycle service wrker* pada sistem perangkat lunak:

a) Installing

Proses ini adalah proses pendaftaran *service worker* pada browser agar browser dapat mengenali *service worker* yang digunakan oleh aplikasi. Disamping itu *event install* adalah *event* yang berfungsi untuk menyimpan nama file/url yang akan di simpan didalam penyimpanan *cache*.

b) *Activated*

Event ini dijalankan apabila proses pendaftaran *service worker* pada browser sudah berhasil. *Activated* berarti *service worker* telah aktif dan berjalan di aplikasi. Disamping itu kita dapat menyimpan beberapa kondisi pada *event* ini. Berikut adalah *source code* yang ada pada *event activated*.

c) *Error*

Event ini adalah *event* yang menunjukkan kesalahan. *Event* ini berjalan apabila ada kesalahan pada pendaftaran *service worker* di browser.

d) *Idle*

Event ini adalah *event* yang menandakan bahwa *service worker* dalam keadaan menunggu.

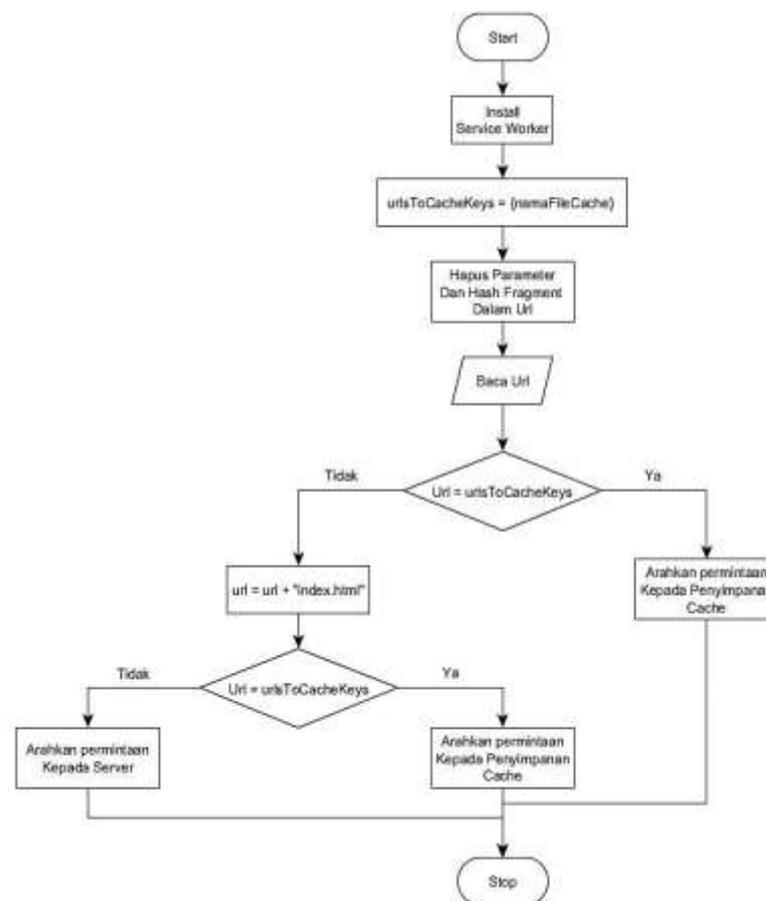
e) *Terminated*

Event ini berjalan ketika aplikasi ditutup. *Event* biasanya berfungsi untuk menghapus *service worker* yang telah didaftarkan pada browser sebelumnya.

f) *Fetching*

Event ini bekerja pada saat kondisi internet sedang mati atau *offline*. Pada umumnya *event* ini mengarahkan semua request pada *cache*.

Gambar 4 berikut merupakan *flowchart* dari *event fetch* pada *service worker*.



Gambar 4. *Flowchart event fetch service worker*

Setelah *service worker* berhasil diinstall maka setiap pengguna membuka halaman atau memuat ulang halaman, *service worker* akan mulai menjalankan *event fetch*. Variabel *urlsToCacheKeys* adalah variabel yang menampung nama file atau url yang akan kita masukan ke dalam *cache*. Setelah itu *service worker* akan memeriksa apakah url tersebut ada di penyimpanan *cache*. Jika ada maka *service worker* akan mengambil data dari penyimpanan *cache*. Tetapi

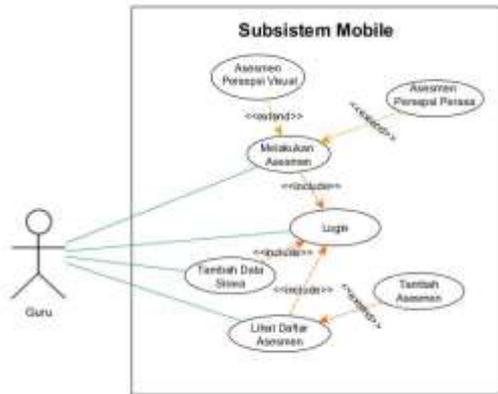
jika tidak maka *service worker* akan memeriksa penyimpanan *cache* lagi dengan menambahkan kata *index.html* pada url yang akan dicari. Jika masih tidak ada maka *service worker* akan melanjutkan permintaan kepada server.

C. Use Case Diagram

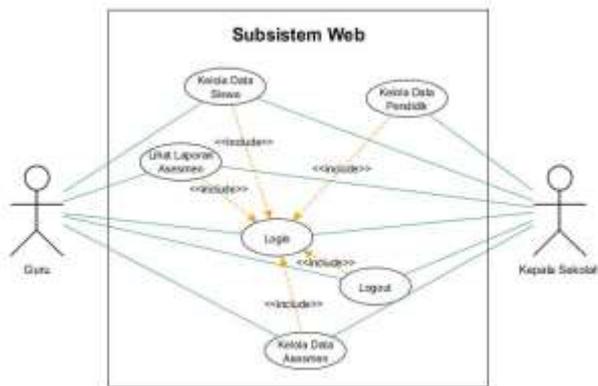
Diagram *usecase* pada aplikasi *mobile* yang dibangun terdiri dari tujuh fungsional, yaitu login, melakukan asesmen, tambah data siswa, lihat daftar

asesmen, asesmen persepsi visual, asesmen persepsi perasa dan tambah asesmen. Diagram *usecase* pada aplikasi *web* yang dibangun terdiri dari enam fungsional, yaitu login, lihat laporan asesmen, logout, kelola data asesmen, kelola data siswa, dan kelola data pendidik. Sedangkan *actor* yang terlibat yaitu guru dan kepala sekolah.

Use case diagram mobile dapat dilihat pada gambar 5, sedangkan untuk web *use case* diagramnya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. *Use case* Aplikasi *Mobile*



Gambar 6. *Use Case* Aplikasi Web

D. Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap penterjemah perancangan berdasarkan hasil analisis ke dalam suatu bahasa pemrograman tertentu serta penerapan perangkat lunak yang dibangun pada lingkungan yang sesungguhnya.

Berikut adalah perangkat keras aplikasi *mobile* dan web yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Implementasi Perangkat Keras yang Direkomendasikan

Nama Perangkat Keras	Spesifikasi
RAM <i>Mobile</i>	1 GB
Memori Internal <i>Mobile</i>	8 GB
Kamera	5 MP
RAM PC	2 GB
Koneksi Internet	5 mbps
Processor	Core i3 – 2,3Ghz
VGA	512 MB

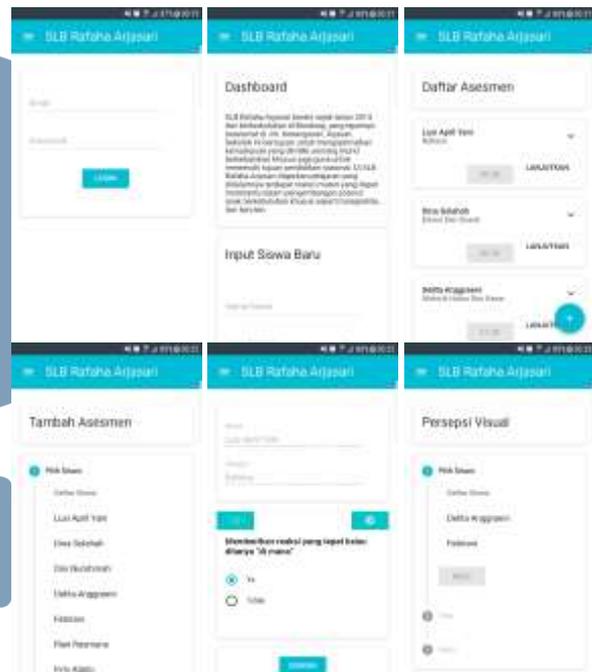
Nama Perangkat Keras	Spesifikasi
Harddisk	500 GB

Berikut adalah perangkat lunak aplikasi *mobile* dan web yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Implementasi Perangkat Lunak

No.	Jenis Perangkat Lunak	Spesifikasi
1.	Sistem Operasi <i>Mobile</i>	Android 4.1 Jelly Bean
2.	Perambah <i>Mobile</i>	Chrome v.64
3.	Sistem Operasi Web	Windows 7 32-bit
4.	Perambah Web	Google Chrome, Mozilla Firefox

Implementasi antarmuka berisi pemaparan setiap tampilan perangkat lunak yang dibangun sebagai layout dari masing-masing antarmuka. Berikut adalah tampilan implementasi antarmuka pada aplikasi *mobile* yang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Antarmuka Aplikasi *Mobile*

Dari gambar 7 antarmuka untuk *login* ditunjukkan pada gambar atas kiri. Pada halaman ini terdapat form yang harus diisi oleh pengguna agar dapat masuk kedalam aplikasi. Halaman *dashboard* ditunjukkan oleh gambar atas kedua, dimana dalam halaman ini terdapat informasi tentang sekolah dan juga terdapat fitur untuk menambah data siswa. Sedangkan untuk halaman asesmen terdapat pada gambar atas kanan. Halaman ini menampilkan daftar siswa yang sedang melaksanakan proses asesmen. Halaman tambah asesmen ditunjukkan pada posisi kiri bawah yang berfungsi untuk menambahkan siswa yang akan melakukan proses asesmen. Halaman detail asesmen berada pada posisi bawah tengah yang menampilkan soal-soal instrument asesmen yang akan ditanyakan kepada siswa. Terakhir merupakan halaman persepsi

visual pada posisi kanan bawah berfungsi untuk melakukan asesmen persepsi visual pada siswa.

E. Pengujian Performance

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui waktu respon, penggunaan memori, dan penggunaan media penyimpanan pada aplikasi.

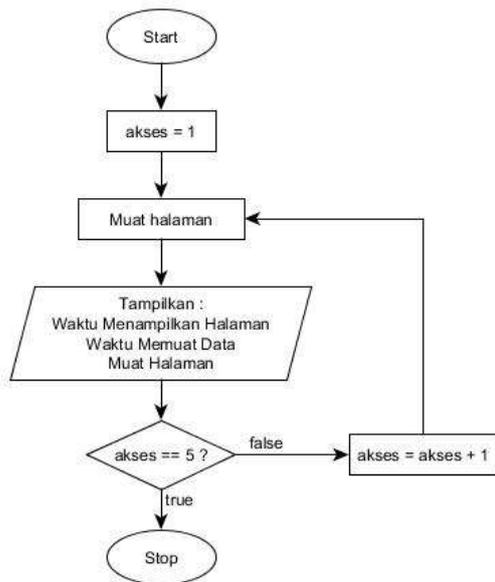
E.1. Variabel Pengujian

Terdapat tiga variabel pengujian *performance* pada penelitian ini, yaitu jenis akses, *profile* jaringan serta pengaksesan halaman. Variabel-variabel ini akan digunakan sebagai acuan dalam membuat skenario pengujian.

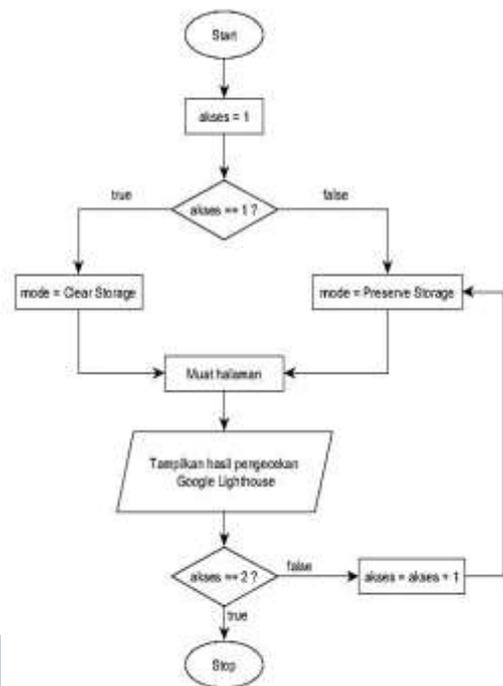
1. Jenis Akses : *Mobile*, Desktop
2. Profil Jaringan : Indonesia Avg. Speed (5,9 Mbps)
3. Pengaksesan Halaman : Pengaksesan ke-1, pengaksesan ke-2, ke-3, ke-4, ke-5.

E.2. Skenario Pengujian

Pada penelitian ini terdapat 2 skenario untuk menjalankan pengujian *performance*. Skenario yang pertama adalah variabel pengujian berupa tipe aplikasi *mobile*, sedangkan skenario kedua berupa tipe aplikasi desktop. Kedua skenario kecepatan internetnya dibatasi menjadi maksimal 5,9 Mbps. Kedua skenario pengujian dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. Diagram alir pengujian skenario 1



Gambar 9. Diagram alir pengujian skenario 1

Pada skenario yang dijelaskan di gambar 9 memerlukan bantuan aplikasi untuk melakukan penilaian performa, aplikasi yang digunakan adalah Google Lighthouse dengan pengecekan pertama menggunakan *mode clear storage* dan pengecekan kedua dengan menggunakan *preserve storage*.

E.3. Hasil Pengujian

Setelah pengujian dilakukan, data-data hasil pengujian dijabarkan berdasarkan skenario pengujian yang dilakukan. Terdapat dua satuan nilai pada hasil pengujian penelitian ini, yaitu satuan waktu yang dijabarkan dalam milidetik (mdtk) dan satuan ukuran berkas yang dijabarkan dalam ukuran *KiloByte* (KB). Terdapat beberapa nama variabel pengujian dan singkatannya yang digunakan pada tabel hasil pengujian yaitu # untuk nomor urut pengaksesan halaman, WMH untuk Waktu Menampilkan Halaman, WMD untuk Waktu Memuat Data dan MD untuk Muat Data.

Berikut adalah hasil pengujian pada skenario 1 yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Skenario 1

#	WMH (mdtk)	WMD (mdtk)	MD (KB)
1	3090	3530	165
2	1230	1930	0,8
3	1250	1890	0,8
4	1220	1600	0,8
5	1140	1570	0,8

Pada langkah #1 adalah pengujian aplikasi yang diakses pertama kali tanpa peranan dari *service worker*, dan *cache* halaman belum tersedia. Sedangkan pada

langkah #2 sampai #5 *service worker* sudah berjalan dan *cache* halaman sudah tersedia.

Pada skenario ini dilakukan dua pengecekan, yang mana pengujian pertama menggunakan *mode Clear Storage* dengan maksud agar semua *request* yang dilakukan oleh aplikasi dikirim ke server tanpa ada peranan *service worker*. Sedangkan pengujian kedua akan menggunakan *mode Preserve Storage*. Mode ini adalah mode yang memanfaatkan penyimpanan aplikasi dengan ini *service worker* dapat mengatur setiap *request* yang harus dikirim ke server atau penyimpanan *cache*.

Pada pengujian pertama nilai index *performance* yang didapatkan adalah 79 dengan total waktu pengaksesan halaman adalah 4,1 detik. Gambar 10 berikut adalah hasil penilaian menggunakan *Google Lighthouse* :



Gambar 10. Nilai Indeks Google Lighthouse Pengujian Pertama

Gambar 11 berikut adalah matriks yang menunjukkan aktivitas muat halaman yang terjadi pada waktu 4,1 detik tersebut :



Gambar 11. Matriks *Performance* Pengujian Pertama

Selanjutnya pada pengujian kedua terjadi peningkatan yang signifikan yang mana nilai indeks *performance* meningkat menjadi 100 dengan total waktu muat halaman selama 1.1 detik. Secara detail dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Nilai Indeks Google Lighthouse Pengujian Kedua

Gambar 13 berikut adalah matriks aktifitas yang dilakukan aplikasi selama 1.1 detik :



Gambar 13. Matriks *Performance* Pengujian Kedua

Berdasarkan pengujian skenario 1 dan skenario 2 yang dilakukan dapat diartikan bahwa pengujian

berhasil dan *progressive web app* sangat cocok digunakan untuk aplikasi dengan frekuensi pengecekan berulang kali.

F. Pengujian Black-Box

Metode *black-box* adalah metode pengujian yang berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak. Tujuan dari metode *black-box* ini adalah untuk menemukan kesalahan fungsi pada aplikasi. Pengujian dilakukan dengan mencoba semua kemungkinan yang terjadi secara berulang-ulang, jika dalam pengujian ditemukan kesalahan maka akan dilakukan penelusuran untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi. Pengujian fungsional subsistem web dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Subsistem Web

Item Uji	Detail Pengujian	Hasil
Login	Memasukan email dan password yang benar	(✓)
	Memasukan email dan password yang salah	Berhasil
Kelola Data Asesmen	Menambah data soal asesmen	(✓)
	Mengubah data soal asesmen	
	Menghapus data soal asesmen	
	Menambah data kategori	(✓)
	Mengubah data kategori	
	Menghapus data kategori	
Kelola Data Siswa	Menambah data siswa	(✓)
	Mengubah data siswa	
	Menghapus data siswa	
Kelola Data Pendidik	Menambah data pendidik	(✓)
	Mengubah data pendidik	
	Menghapus data pendidik	
Lihat Laporan Asesmen	Menampilkan laporan asesmen	(✓)
Logout	Menekan tombol logout pada aplikasi.	(✓)

Sedangkan hasil pengujian subsistem *mobile* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Subsistem *Mobile*

Item Uji	Detail Pengujian	Hasil
Melakukan Asesmen	Menampilkan daftar siswa	(✓)
	Memilih dan menyimpan jawaban asesmen	
Asesmen Persepsi Visual	Menampilkan daftar siswa	(✓)
	Menampilkan kamera	
	Menyalakan flash kamera	

Item Uji	Detail Pengujian	Hasil
Asesmen Persepsi Perasa	Menampilkan daftar siswa	(✓) Berhasil
	Menyalakan getar <i>smartphone</i>	
Tambah Data Siswa	Menambahkan data siswa	(✓) Berhasil
Lihat Daftar Asesmen	Menampilkan daftar asesmen	(✓) Berhasil
Tambah Asesmen	Menambahkan data asesmen	(✓) Berhasil
Login	Memasukkan email dan password yang benar	(✓) Berhasil
	Memasukkan email dan password yang salah	

Berdasarkan hasil pengujian *black-box* yang dilakukan, semua fungsional sistem sudah berhasil berjalan seperti yang diharapkan.

G. Pengujian Beta

Pengujian beta merupakan pengujian yang dilakukan secara objektif dan dilakukan secara langsung oleh pengguna yang nantinya akan menggunakan aplikasi asesmen bagi anak berkebutuhan khusus ini. Jumlah responden pada pengujian ini berjumlah 13 orang berdasarkan jumlah guru yang ada di SLB Rafaha Arjasari. Pengujian ini menggunakan kuesioner dengan skala likert yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuesioner

Pertanyaan Pertama: Apakah Anda setuju bahwa perangkat lunak ini dapat mempermudah Anda dalam melakukan proses asesmen?				
SS	S	CS	TS	STS
3	10	0	0	0
Rata – Rata = $(15 + 40 + 0 + 0 + 0) / 65 \times 100\% = 84\%$				
Pertanyaan Kedua: Apakah Anda setuju bahwa pencatatan jawaban asesmen lebih efektif dengan menggunakan aplikasi ini?				
SS	S	CS	TS	STS
3	10	0	0	0
Rata – Rata = $(15 + 40 + 0 + 0 + 0) / 65 \times 100\% = 84\%$				
Pertanyaan Ketiga: Apakah Anda setuju bahwa aplikasi ini dapat memudahkan guru dalam menggunakan aplikasi dengan kondisi internet yang kurang stabil?				
SS	S	CS	TS	STS
2	9	1	0	0
Rata – Rata = $(10 + 36 + 3 + 0 + 0) / 65 \times 100\% = 75\%$				
Pertanyaan Keempat: Apakah Anda setuju bahwa aplikasi ini berhasil menggunakan fitur <i>smartphone</i> dalam melakukan asesmen persepsi visual dan asesmen persepsi perasa?				
SS	S	CS	TS	STS
1	5	7	0	0
Rata – Rata = $(5 + 20 + 21 + 0 + 0) / 65 \times 100\% = 70\%$				
Pertanyaan Kelima: Apakah Anda setuju bahwa aplikasi ini mudah digunakan?				

SS	S	CS	TS	STS
4	9	0	0	0
Rata – Rata = $(20 + 39 + 0 + 0 + 0) / 65 \times 100\% = 86\%$				
Rata-rata Akhir = $(84 + 84 + 75 + 70 + 86) / 7 = 79.8\%$				

Berdasarkan hasil pengujian beta pada tabel 6 yang dilakukan kepada guru-guru SLB Rafaha Arjasari selaku pengguna aplikasi pada bulan Juli 2018, dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden menjawab setuju mengenai fungsi sistem asesmen bagi anak berkebutuhan khusus dalam mempermudah proses asesmen.

Berdasarkan hasil yang didapat dari semua tahapan pengujian yang dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Fitur *flash* dan alat getar yang diimplementasikan pada aplikasi, dapat memudahkan ketika proses asesmen karena tidak perlu lagi membawa alat bantu yang lain.
2. Proses pencatatan hasil asesmen dapat dilakukan dimana saja dan kapanpun, ketika tidak ada akses internet sekalipun masih dapat dilakukan, sehingga proses asesmen menjadi lebih efisien.
3. *Progressive web app* dalam aplikasi ini dapat berjalan dengan baik sehingga memberikan kemudahan pengguna ketika menggunakan aplikasi

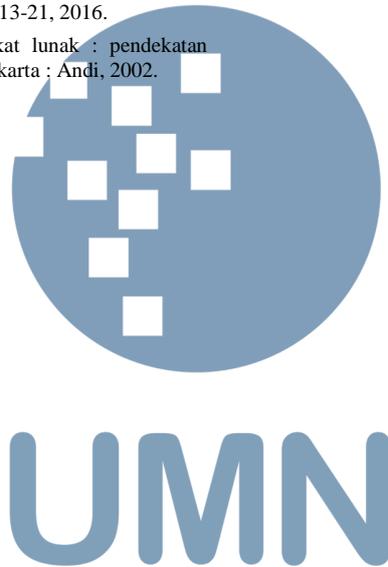
V. SIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini didapatkan bahwa aplikasi asesmen bagi anak berkebutuhan khusus yang dibahas dalam penelitian ini dapat memenuhi kebutuhan yang ada pada proses asesmen. Hal ini dikarenakan fitur asesmen persepsi visual dan persepsi perasa dapat membantu guru dalam melakukan asesmen. Selain itu aplikasi juga dapat berjalan pada kondisi internet yang tidak stabil atau *offline*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nandiyah, "Menenal Anak Berkebutuhan Khusus," *Magistra*, vol. 25, no. 86, p. 1, 2013.
- [2] L. R. Smiley, R. L. Taylor and S. B. Richards, *Exceptional Students (Preparing Teachers for the 21st Century) Second Edition*, New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- [3] D. R. Desiningrum, *Psikologi Anak Berkebutuhan Khusus*, Yogyakarta: Psikosain, 2016.
- [4] S. Aziz, "Pendidikan Seks Bagi Anak Berkebutuhan Khusus," *Jurnal Kependidikan*, vol. 2, no. 2, pp. 182-204, 2014.
- [5] N. Sari, "Pola Pelaksanaan Bimbingan Dan Konseling Untuk Mengoptimalkan," *Jurnal Bimbingan dan Konseling Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 31-35, 2016.
- [6] M. R. Ridho, A. Pinandito and R. K. Dewi, "Perbandingan Performa Progressive Web Apps dan Mobile Web Terkait," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 10, pp. 3483-3491, 2018.
- [7] Wahyudi, "Assesment Pembelajaran Berbasis Portofolio di Sekolah," *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, vol. 2, no. 1, pp. 288-296, 2010.

- [8] S. Hartati, "Pengembangan Model Asesmen Perkembangan," *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 1, no. 1, pp. 19-30, 2017.
- [9] A. Biørn-Hansen, T. A. Majchrzak and T.-M. Grønli, "Progressive web apps: The possible web-native unifier for mobile development," *Proceedings of the 13th International Conference on Web Information Systems and Technologies*, vol. 1, no. 1, pp. 344-351, 2017.
- [10] L. Adi, R. J. Akbar and W. N. Khotimah, "Platform E-Learning untuk Pembelajaran Pemrograman Web Menggunakan Konsep Progressive Web Apps," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, pp. A579-A583, 2017.
- [11] A. Kumar and R. K. Singh, "Comparative Analysis of AngularJS and ReactJS," *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*, vol. 7, no. 4, pp. 225-227, 2016.
- [12] L. O. M. Hasan, M. Sholeh and C. Iswahyudi, "Pemanfaatan Twitter API Untuk Mengakses Jadwal Bimbingan Dosen Pada IST AKPRIND Yogyakarta," *Jurnal Script*, vol. 3, no. 2, pp. 139-147, 2016.
- [13] M. Ichwan and F. Hakiky, "Pengukuran Kinerja Goodreads Application Programming Interface (Api) Pada Aplikasi Mobile Android (Studi Kasus Untuk Pencarian Data Buku)," *Jurnal Informatika*, vol. 2, no. 2, pp. 13-21, 2016.
- [14] R. S. Pressman, *Rekayasa perangkat lunak : pendekatan praktisi; buku II*, Yogyakarta: Yogyakarta : Andi, 2002.



Dampak Gamifikasi Tangga Interaktif untuk Mengubah Kebiasaan Manusia

Studi Kasus Universitas Multimedia Nusantara

Andrey Andoko¹, Karyono², Ellianto³

Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang Indonesia

Diterima 15 November 2018

Disetujui 21 Desember 2018

Abstract—Gamifikasi merupakan proses yang ditempuh untuk menambahkan elemen permainan di dalam suatu aktifitas, untuk meningkatkan partisipasi dan kepuasan (*user experience/UX*). Gamifikasi juga dapat dilakukan untuk mengubah kebiasaan seseorang sehingga dapat dicapai penghematan penggunaan energi dan membuat pengguna lebih sehat. Paper ini membahas dampak pembuatan tangga interaktif dengan unsur gamifikasi berupa tangga yang dapat mengeluarkan suara/musik yang jenisnya dapat dipilih oleh pengguna tangga. Pemilihan suara tersebut disimpan pada basis data sistem dengan memanfaatkan ID yang dientri dengan kartu RFID. Responden penggunaannya adalah mahasiswa, dosen dan karyawan yang biasa memanfaatkan tangga dan *lift/elevator*. Apabila pengguna melewati kartu pengenalan RFID ke sistem, tangga akan memainkan tangga nada dengan pilihan suara gitar, piano atau *saxophone*. Tinggi atau rendahnya suara akan tergantung dari posisi anak tangga yang dipijak. Tujuan dari gamifikasi ini adalah mengetahui seberapa besar pengaruh gamifikasi dengan elemen suara. Dari proses studi yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa unsur gamifikasi suara yang berupa anak tangga interaktif yang memainkan tangga nada telah menimbulkan keinginan orang untuk mencoba dengan melewati tangga dibandingkan dengan menggunakan *lift*. Hanya saja hal ini berlangsung singkat karena selanjutnya tidak dapat meningkatkan penggunaan tangga. Dari penelitian ini belum terbukti bahwa gamifikasi dapat memodifikasi perilaku pengguna yang mencari kenyamanan dengan menambahkan elemen gamifikasi berbentuk suara, tanpa menimbulkan keluhan dari pengguna. Pengguna hanya mau menggunakan pada saat awal saja pada saat sistem masih baru karena rasa keingintahuan pengguna, untuk kemudian kembali ke aktifitas atau kenyamanan semula.

Index Terms— *Gamifikasi, user experience (UX), user interface (UI), elemen suara, penghematan energi*

I. PENDAHULUAN

Manusia yang sudah dimanjakan dengan kenyamanan sebenarnya dapat sedikit mengorbankan faktor kenyamanannya untuk mencapai tujuan tertentu, misalnya untuk efisiensi energi atau menggerakkan manusia untuk mencapai kesehatan

yang lebih baik. Sebagai contoh, *lift* atau *elevator* akan sangat tidak efisien apabila hanya dijalankan untuk memindahkan pengguna dari lantai 1 ke lantai 2 atau sebaliknya. Apabila manusia dapat mengorbankan sedikit kenyamanannya, energi yang dikeluarkan bisa lebih dihemat. Manusia yang sudah kurang bergerak karena dimanjakan dengan *elevator*, *eskalator* atau *travelator* juga dapat kembali didorong untuk menggunakan tangga manual.

Tidak mudah untuk mendorong manusia mau mengorbankan sedikit kenyamanannya dan harus diberikan dorongan, insentif atau penghargaan bagi pengguna yang mau mengubah kebiasaannya. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan gamifikasi. Gamifikasi merupakan proses yang ditempuh untuk menambahkan elemen-elemen permainan di dalam suatu tugas atau aktifitas, agar partisipasi peserta semakin meningkat [1].

Paper ini membahas mengenai implementasi gamifikasi pada anak tangga dari lantai dasar menuju lantai 2 UMN. Unsur gamifikasi diwujudkan dalam bentuk anak tangga yang dapat mengeluarkan suara musik atau suara lain yang dapat dipilih oleh pengguna tangga. Apabila pengguna menempelkan kartu pengenalan yang dilengkapi RFID ke sistem, tangga akan memainkan tangga nada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh gamifikasi dengan elemen suara.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gamifikasi

Tujuan utama gamifikasi adalah memotivasi dan mendukung pengguna untuk melakukan tugas yang diinginkan oleh perancang gamifikasi [2]. Gamifikasi memberikan pengalaman aktifitas yang membuat pengguna lebih terlibat sehingga timbul faktor penarik internal pada aktifitas ini [3].

Gamifikasi mulai banyak digunakan pada aplikasi yang sebenarnya tidak berhubungan dengan permainan (*game*) untuk meningkatkan UX (*user experience*/pengalaman pengguna) dan keterlibatan pengguna [4]. Gamifikasi juga banyak diterapkan pada bidang yang serius seperti misalnya pada area

demografi [5], untuk meningkatkan loyalitas pengguna pada institusi non profit [6], bahkan sampai pada bidang yang eksak dan terstruktur seperti misalnya perancangan perangkat lunak [7].

Ada persamaan utama dalam setiap tujuan perancangan gamifikasi yaitu meningkatkan motivasi pengguna terutama motivasi internal [8]. Hal yang paling penting untuk diperhatikan dalam perancangan gamifikasi adalah masalah yang digamifikasikan sudah harus dipahami secara jelas oleh pengembang sistem. Apabila masalah tidak dipahami secara jelas, gamifikasi tidak akan memberikan efek yang diinginkan. Gamifikasi yang tidak tepat sasaran akan mengurangi potensi atau hasil yang ditimbulkannya. Salah satu faktor penyebabnya adalah ketidaktahuan pengembang terhadap kebutuhan sistem yang digamifikasi. Misalnya, memanipulasi pengguna untuk melakukan tugas yang benar-benar tidak diinginkan pengguna atau insentif atau penghargaan yang diberikan tidak sesuai dengan bentuk yang diinginkan pengguna [9].

B. Gamifikasi untuk Kesehatan dan Energi

Gamifikasi tergolong ilmu baru yang berkembang cukup pesat. Gamifikasi dapat memberikan motivasi, memperkuat keterlibatan pengguna dengan memperkuat aktifitas positif dari pengguna. Lebih dari 50% organisasi akan mengelola proses inovasi mereka dengan melibatkan aspek gamifikasi dari bisnis mereka pada tahun 2015 [10].

Aplikasi gamifikasi khusus di bidang kesehatan saat ini masih sangat terbatas. Penelitian baru diarahkan pada aplikasi personal misalnya untuk mendukung pengguna aplikasi untuk terdorong berjalan kaki [11]. Aplikasi ini mengintegrasikan data yang dihasilkan dari perangkat FitBit penghitung langkah, yang digunakan untuk menggerakkan *game* dan pengguna diberikan skor khusus yang dilombakan.

Pada bidang efisiensi konsumsi energi atau konservasi energi juga banyak aplikasi gamifikasi yang diimplementasikan dengan berfokus pada penghematan energi di rumah. yang dapat dipetakan secara spesifik manfaatnya untuk penghematan energi [12]. Aplikasi ini umumnya ditujukan untuk mengedukasi manusia sehingga lebih memperhatikan konsumsi energi mereka. *Platform* dari gamifikasi ini umumnya berbasis aplikasi telepon pintar, aplikasi berbasis *web* dan komputer. Gamifikasi dilakukan dengan memberikan tingkatan pemahaman mengenai konservasi energi yang dilombakan antar pengguna. Dari studi literatur yang dilakukan, masih sangat sedikit gamifikasi yang dilakukan pada fasilitas umum. Aplikasi yang ditemukan umumnya melakukan gamifikasi pada alat yang sifatnya personal.

Penelitian ini berusaha untuk membuat proses gamifikasi yang sifatnya umum dan tidak tergantung pada peralatan personal yang harus disediakan pengguna. Ditiadakannya ketergantungan terhadap peralatan yang disediakan oleh pengguna

mengakibatkan pengukuran nilai partisipasi pengguna diharapkan dapat lebih obyektif. Pengguna tidak perlu menyediakan alat, melakukan instalasi atau menyediakan komputer khusus untuk dapat menggunakannya.

Purwarupa gamifikasi anak tangga sudah dikembangkan di UMN. Sistem ini dinamakan Piano Stairs dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, *Radio Frequency Identification* (RFID), Arduino Uno, perangkat lunak IDE Arduino menggunakan bahasa pemrograman C dan perangkat lunak Visual Studio menggunakan bahasa pemrograman C#. Kartu RFID sebagai identifikasi digunakan untuk pemilihan suara. Pengguna dapat melakukan *tapping* KTM (Kartu Tanda Mahasiswa) atau kartu karyawan yang dimilikinya ke RFID *reader* yang telah disiapkan untuk dapat melakukan pemilihan jenis suara yang telah tersedia dalam aplikasi [13].

Pembuatan Purwarupa Piano Stairs diilhami dari pembuatan projek anak tangga sebelumnya yang ada di Italia [14] dan Swedia [15]. Alat ini biasanya ditempatkan di pusat-pusat keramaian kota seperti mal, taman kota, stasiun, sekolah, dan universitas. Pada percobaan di Odenplan subway station di Stockholm, Swedia, proyek ini dapat dikatakan berhasil karena 66% pejalan kaki lebih suka menggunakan tangga daripada eskalator. Namun, biaya yang dikeluarkan untuk membuat alat ini sangatlah mahal yakni mencapai AUD\$50.000 [16]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh sekumpulan pelajar bernama "IDEO Labs" tahun 2011 yang menggunakan sensor IR dan Arduino Mega 2560 dalam pengembangan aplikasi ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LED IR tidak bisa bekerja secara handal karena 16 pasang sensor yang terpasang tersebut membutuhkan kalibrasi yang sangat rumit. Untuk memaksimalkan aplikasi yang telah dibuat, akhirnya mereka mengganti sensor IR dengan *proximity* sensor inframerah yang harganya lebih mahal lima kali lipat dari harga sensor sebelumnya [17].

III. STRUKTUR SISTEM

Sistem terdiri dari perangkat lunak pada pengendali utama dan perangkat lunak pada pengendali sekunder (*distributed control*). Pada pengendali utama, digunakan program dalam bahasa pemrograman C# sedangkan pada pengendali sekunder menggunakan bahasa pemrograman berbasis Arduino. Sensor ultrasonik yang digunakan pada penelitian ini adalah sejumlah 13 buah, sesuai posisi dengan anak tangga yang digunakan untuk implementasi sistem ini. Gambar diagram blok sistem dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Piano Stairs

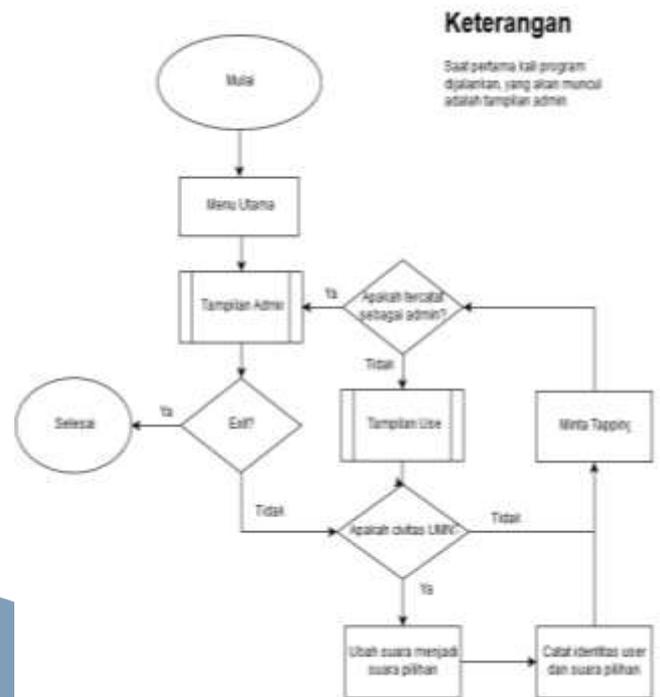
Pemrograman sensor dilakukan dengan mengatur *time out* pembacaan sensor ultrasonik dengan batas jangkah 2,5 meter sesuai dengan lebar tangga yang digunakan. Dengan demikian, pembacaan dan aktivasi sensor dapat sesuai dengan penggunaan yang diharapkan. Rangkaian *trigger* untuk menginisiasi sensor juga disatukan sehingga semua sensor dapat bekerja dalam waktu yang bersamaan. Penempatan sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.



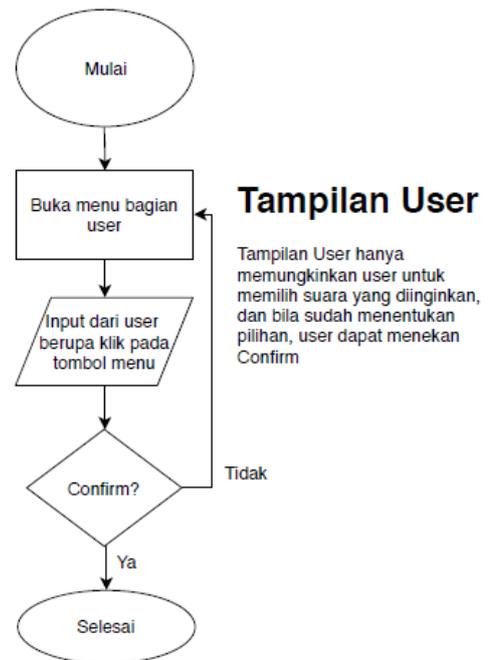
Gambar 2. Penempatan sensor di tangga

Program pada pengendali utama berfungsi untuk menyimpan pilihan suara yang ada sesuai dengan keinginan pengguna. Pengguna hanya perlu melakukan *tapping* dengan kartu RFID yang mereka miliki, kemudian memilih preferensi suara yang mereka kehendaki. Selama pengguna belum mengganti pemilihan suara mereka, maka suara yang ditampilkan oleh Piano Stairs akan sesuai dengan suara yang dipilih dalam pemilihan terakhir. Apabila pengguna tidak memiliki pilihan suara, maka digunakan suara *default*. Flow chart dari program tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Program pada pengendali sekunder (sistem terdistribusi) berfungsi untuk men-*trigger* sensor ultrasonik secara serentak kemudian menghitung waktu dan mencatat kembali respon sensor ultrasonik. Dari sini akan ditentukan anak tangga mana yang aktif. *Flow chart* dari program tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

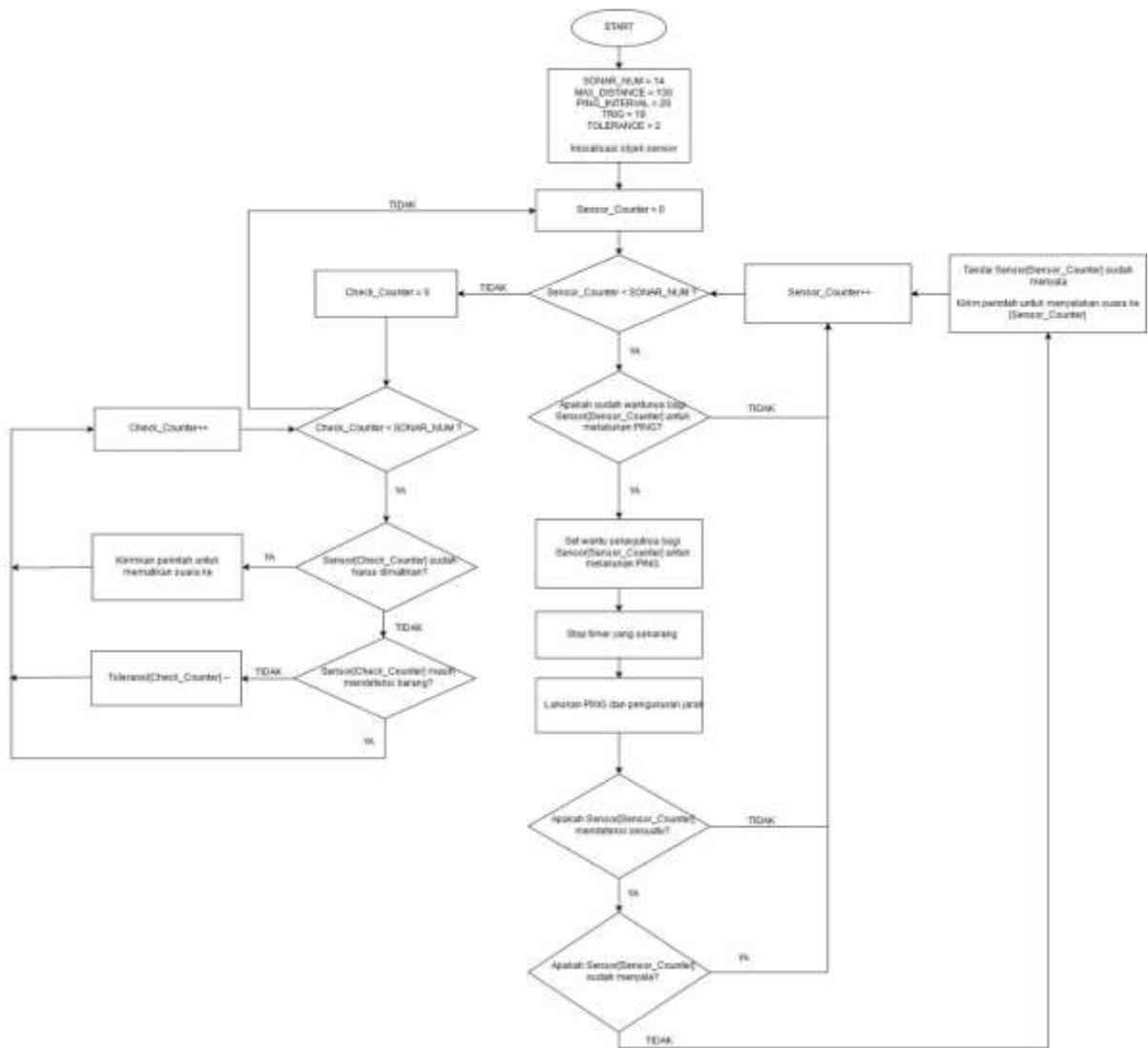


Gambar 3. Flow chart Program Pengendali Utama

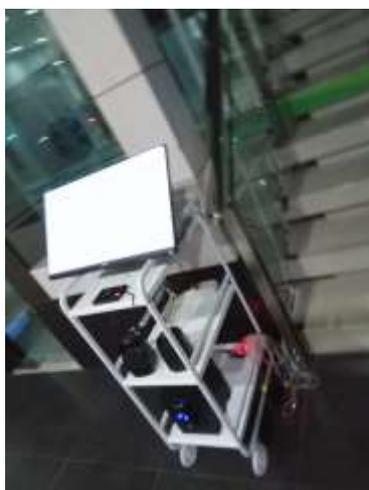


Gambar 4. Flow Chart menu user di Pengendali Utama

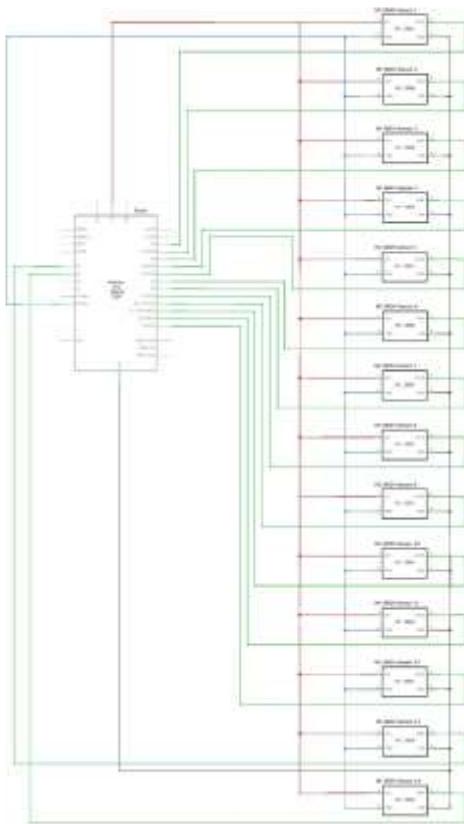
Foto dari sistem yang dipasang tampak pada gambar 6. Sedangkan rangkaian yang dipergunakan pada pengendali sekunder dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Flow Chart menu user di Pengendali Sekunder



Gambar 6. Foto keseluruhan sistem Piano Stairs



Gambar 7. Gambar Rangkaian Pengendali sekunder

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Pengukuran orang yang melalui tangga dilakukan dengan menggunakan *people counter*. *People counter* yang digunakan dari jenis yang memanfaatkan sensor infra merah untuk menghitung orang yang melaluinya. Kekurangan dari penggunaan *people counter* jenis ini adalah tidak bisa mendeteksi manusia yang berjalan tepat bersebelahan dan hanya dihitung sebagai satu orang.

Secara struktur dan peruntukan ruangan, gedung B memiliki 5 lantai. Lantai 1 dan 2 digunakan untuk perpustakaan, lantai 3 digunakan untuk ruang kelas, laboratorium dan *student lounge* dan lantai 5 dan 6 untuk laboratorium. Perpustakaan lantai 2 diakses melalui tangga di dalam perpustakaan yang berbeda dengan tangga ini. Tangga dimana *people counter* ini dipasang akan menghubungkan level 1 ke 3, 5 dan 6. Pada gedung ini, tangga bukan merupakan satu-satunya akses, karena terdapat 2 *lift* yang masing-masing berkapasitas 15 orang. Dengan demikian, lokasi ini cocok digunakan untuk melakukan penelitian apakah dengan menggunakan gamifikasi, orang yang terbiasa menggunakan lift, mau menggunakan tangga dari lantai 1 untuk menuju lantai 3,5 atau 6.

Sebelum pemasangan gamifikasi, diambil data sebagai data awal pengguna tangga. Data awal ini

menunjukkan jumlah rata-rata orang yang menggunakan tangga di tempat alat penelitian dipasang adalah sebanyak 1.508 orang dengan standard deviasi sebesar 431. Data ini didapatkan saat penggunaan normal atau pada saat hari perkuliahan biasa. Data pada saat liburan atau pada saat ujian tidak dianggap sebagai data valid karena aktivitas akan mengalami perbedaan dari hari-hari normal.

Pada hari pertama setelah gamifikasi dipasang, jumlah orang yang menggunakan tangga mencapai 3.708, jauh lebih tinggi daripada rata-rata pengguna sebelum gamifikasi dipasang dan bahkan lebih tinggi daripada jumlah maksimum pengguna. Namun pada hari-hari selanjutnya, pengguna tangga menurun dengan jumlah hampir sama dengan sebelum gamifikasi dipasang. Jumlah rata-rata orang yang menggunakan tangga setelah gamifikasi dipasang sebanyak 1.463 orang dengan deviasi sebesar 866.

Penulis juga melakukan survei untuk mendapatkan persepsi dari pengguna gamifikasi ini. Hasil survei menunjukkan hal yang sedikit berbeda, yaitu dari 40 pengguna yang disurvei, 50 persen dari responden mendapatkan dorongan untuk menggunakan tangga. Hasil survei juga menunjukkan ketertarikan orang untuk menggunakan tangga yang ditunjukkan dengan berkurangnya persentase golongan orang yang sangat jarang menggunakan tangga dari 50% ke 42,5%. Dari kuesioner ini dapat disimpulkan bahwa sesungguhnya gamifikasi ini cukup menarik manusia untuk menggunakan tangga, namun untuk membuat responden mengubah kebiasaannya masih membutuhkan usaha atau gamifikasi yang lebih menarik lagi.

B. Pembahasan

Penggunaan sensor infra merah pada *people counter* tidak sepenuhnya teliti karena tidak mampu untuk mendeteksi orang yang lewat dengan berjajar ke samping sehingga hanya dihitung sebagai 1 orang. Sensor ini dipasang pada tangga dengan lebar 2,5 meter sehingga memungkinkan lebih dari satu orang melewati tangga dengan berjajar dan dihitung sebagai 1 orang. Sensor ditempatkan pada ujung tangga dimana perangkat gamifikasi dipasang sehingga data yang terukur akan benar-benar merupakan orang yang melalui tangga tersebut. Dari data yang didapat yaitu jumlah rata-rata orang yang menggunakan tangga sebanyak 1.508 orang dengan deviasi sebesar 431, menunjukkan bahwa data ini memang mewakili kondisi yang sebenarnya. Namun karena kelemahan sensor infra merah, ada kemungkinan terjadi ketidakakuratan perhitungan karena adanya orang-orang yang berjalan melalui sensor secara persis sejajar.

Dari data yang didapatkan pada saat gamifikasi sudah dipasang, jumlah orang yang melewati tangga pada hari pertama meningkat tinggi dan mencapai 3.708, namun pada hari-hari selanjutnya menurun dan jumlah rata-rata orang yang menggunakan tangga adalah sebanyak 1.463 orang dengan deviasi sebesar

866. Jumlah ini tidak jauh berbeda dengan pada saat gamifikasi belum terpasang.

Dari hasil perhitungan data dan hasil kuesioner dari 40 responden menunjukkan bahwa gamifikasi dengan menggunakan suara musik telah menarik minat orang untuk melewati tangga yang tampak dari menurunnya golongan orang yang sangat jarang menggunakan tangga. Namun demikian, gamifikasi ini belum mampu membuat responden mengubah kebiasaannya yang terbukti juga dari hasil kuesioner yang menunjukkan baru 50 persen dari responden mendapatkan dorongan untuk menggunakan tangga secara tetap/rutin. Lonjakan pengguna hanya terjadi pada hari pertama gamifikasi tersebut dipasang dan setelah itu kembali normal setelah rasa penasaran untuk mencobanya sudah hilang. Pendekatan gamifikasi ini masih membutuhkan penggunaan metode lainnya atau gamifikasi yang lebih menarik.

Penurunan pada hari-hari selanjutnya kemungkinan disebabkan oleh:

- Tangga digunakan oleh orang-orang yang sama sehingga setelah mencoba untuk memenuhi rasa penasaran mereka, kemudian kembali ke perilaku semula yaitu menggunakan *lift*.
- Nada suara yang ditimbulkan akan terdengar enak bila dimainkan (naik dan turun), tetapi pada gamifikasi tangga, nada akan terdengar urut karena orang akan cenderung melewati tangga secara langsung, apalagi bila situasi sedang ramai. Sehingga setelah mencoba, orang akan cenderung untuk kembali menggunakan *lift*. Dengan demikian, gamifikasi dengan tipe suara ini belum mengakibatkan perubahan perilaku pengguna *lift* atau *elevator* untuk berubah ke penggunaan tangga.
- Pengguna tangga kembali menggunakan *lift* karena pada lantai 2, akses dilakukan melalui tangga pada lokasi lain. Pengguna mengakses tangga untuk mencapai lantai 3,5 dan 6 yang belum cukup besar pengaruhnya apabila diberikan gamifikasi dengan suara.
- Terjadi ketidakakuratan pembacaan data pada *people counter* karena perilaku melewati tangga secara bersama.

V. SIMPULAN

Dari proses studi yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa unsur gamifikasi suara yang berupa anak tangga interaktif yang memainkan tangga nada telah menimbulkan keinginan orang untuk mencoba dengan melewati tangga dibandingkan dengan menggunakan *lift*. Hanya saja hal ini berlangsung singkat karena selanjutnya tidak dapat meningkatkan penggunaan tangga. Dari penelitian ini belum terbukti bahwa gamifikasi dapat memodifikasi perilaku pengguna yang mencari kenyamanan dengan menambahkan elemen gamifikasi berbentuk suara, tanpa menimbulkan keluhan dari pengguna. Pengguna

hanya mau menggunakan pada saat awal saja pada saat sistem masih baru karena rasa keingintahuan pengguna, untuk kemudian kembali ke aktifitas atau kenyamanan semula

UCAPAN TERIMA KASIH

PENELITIAN INI DIDANAI OLEH KEMENRISTEK DIKTI MELALUI HIBAH PENELITIAN SKEMA PDP TAHUN 2018

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Merriam-webster, E. (2010). Merriam-webster Dictionary. Retrieved 29, 2015, from Merriam-webster: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/gamification>
- [2] Deterding, S. (2012). Gamification: designing for motivation. In Magazine interactions Volume 19 Issue 4 (pp. 14-17). New York, USA: ACM.
- [3] R.M. Ryan, C. R. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*, Vol 30(4), 347-363.
- [4] Deterding, S. D. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. the 15th international Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (pp. 9-15). Tampere, Finland: ACM.
- [5] Jonna Koivisto, J. H. (2014). Demographic differences in perceived benefits from gamification. *Computers in Human Behavior*, Volume 35, 179-188.
- [6] Elizabeth A. Freudmann, Y. B. (2014). The Role of Gamification in Non-profit Marketing: An Information Processing Account. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 148, 567-572.
- [7] Oscar Pedreira, F. G. (2015). Gamification in software engineering – A systematic mapping. *Information and Software Technology*, Volume 57, 157-168
- [8] Burke, B. (2014). *Gamify: How Gamification Motivates People to Do Extraordinary Things*. Brookline, USA: Gartner, Inc.
- [9] Sebastian Deterding, M. S. (2011). Gamification: Using Game Design. Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 2425-2428). Vancouver, Canada: ACM.
- [10] Juho Hamari, J. K. (2014). Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. 47th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 3025-3034). Hawaii : IEEE.
- [11] Rachel Gawley, Carley Morrow, Herman Chan, and Richard Lindsay (2016). BitRun: Gamification of Health Data from Fitbit® Activity Trackers, ICST Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering 2016, Springer (pp 77-82)
- [12] Daniel Johnson, Ella Horton, Rory Mulcahy, Marcus Foth (2017). Gamification and serious games within the domain of domestic energy consumption: A systematic review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 73, Elsevier (pp 249-264)
- [13] Riski Safaat, A. A. (2015). Laporan Skripsi, Rancang Bangun Gamifikasi Piano Stairs Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Teknologi RFID. Tangerang : Universitas Multimedia Nusantara.
- [14] JackRives147. (2009, 12 25). Piano Stairs in Milan. Retrieved 29, 2015, from Youtube: http://www.youtube.com/watch?v=0Mn2JLD_nZ8
- [15] Volkswagen. (2009, 09 22). Piano Stair Case. Retrieved 29, 2015, from The Fun Theory: <http://www.thefuntheory.com/piano-staircase>
- [16] Nguyen, P. (2010, 2 9). Piano Stairs Art Project. Retrieved 29, 2015, from FUTURE MELBOURNE COMMITTEE: <https://www.melbourne.vic.gov.au/AboutCouncil/Meetings/List%20s/CouncilMeetingAgendaItems/Attachments/7567/6.2.pdf>
- [17] Akasaka, R. (2011, 9 8). Musical Staircase. Retrieved 29, 2015, from IDEO Labs: <https://labs.ideo.com/2011/09/08/musical-staircase>

PEDOMAN PENULISAN JURNAL ULTIMATICS, ULTIMA INFOSYS, DAN ULTIMA COMPUTING

1. Kriteria Naskah

- Naskah belum pernah dipublikasikan atau tidak dalam proses penyuntingan di jurnal berkala lainnya.
- Naskah yang dikirimkan dapat berupa naskah hasil penelitian atau konseptual.

2. Pengetikan Naskah

- Naskah diketik dengan jarak spasi antar baris 1 pada halaman ukuran A4 (21 cm x 29,7 cm), margin kiri-atas 3 cm dan kanan-bawah 2 cm, dengan jenis tulisan Times New Roman.
- Naskah dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.
- Jumlah halaman untuk tiap naskah dibatasi dengan jumlah minimal 4 halaman dan maksimal 8 halaman.

3. Format Naskah

- Komposisi naskah terdiri dari Judul, Abstrak, Kata Kunci, Pendahuluan, Metode, Hasil Penelitian dan Pembahasan, Simpulan, Lampiran, Ucapan Terima Kasih, dan Daftar Pustaka.
- Judul memiliki jumlah kata maksimal 15 kata dalam Bahasa Indonesia atau maksimal 12 kata dalam Bahasa Inggris (termasuk subjudul bila ada).
- Abstrak ditulis dengan Bahasa Inggris paling banyak 200 kata, meskipun bahasa yang digunakan dalam penyusunan naskah adalah Bahasa Indonesia. Isi abstrak sebaiknya mengandung argumentasi logis, pendekatan pemecahan masalah, hasil yang dicapai, dan simpulan singkat.
- Kata Kunci ditulis dengan Bahasa Inggris dalam satu baris, dengan jumlah kata antara 4 sampai 6 kata.
- Pendahuluan berisi latar belakang dan tujuan penelitian.
- Metode dapat diuraikan secara terperinci dan dibedakan menjadi beberapa bab maupun subbab yang terpisah.
- Hasil dan Pembahasan disajikan secara sistematis sesuai dengan tujuan penelitian.
- Simpulan menyajikan intisari hasil penelitian yang telah dilaksanakan. Saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya juga dapat diberikan di sini.

- Lampiran dan Ucapan Terima Kasih dapat dijabarkan setelah Simpulan secara singkat dan jelas.
- Daftar Pustaka yang dirujuk dalam naskah harus dituliskan di bagian ini secara kronologis berdasarkan urutan kemunculannya. Cara penulisannya mengikuti cara penulisan jurnal dan transaction IEEE.
- Template naskah telah disediakan dan dapat diminta dengan menghubungi surel redaksi.

4. Penulisan Daftar Pustaka

- Artikel Ilmiah:
N. Penulis, "Judul artikel ilmiah," *Singkatan Nama Jurnal*, vol. x, no. x, hal. xxx-xxx, Sept. 2013.
- Buku
N. Penulis, "Judul bab di dalam buku," di dalam *Judul dari Buku*, edisi x. Kota atau Negara Penerbit: Singkatan Nama Penerbit, tahun, bab x, subbab x, hal. xxx-xxx.
- Laporan
N. Penulis, "Judul laporan," *Singkatan Nama Perusahaan, Kota Perusahaan, Singkatan Nama Negara, Laporan xxx, tahun*.
- Buku Manual/ *handbook*
Nama dari Buku Manual, edisi x, *Singkatan Nama Perusahaan, Kota Perusahaan, Singkatan Nama Negara, tahun*, hal. xxx-xxx.
- Prosiding
N. Penulis, "Judul artikel," di dalam *Nama Konferensi Ilmiah*, Kota Konferensi, *Singkatan Nama Negara (jika ada), tahun*, hal. xxx-xxx.
- Artikel yang Disajikan dalam Konferensi
N. Penulis, "Judul artikel," disajikan di *Nama Konferensi, Kota Konferensi, Singkatan Nama Negara, tahun*.
- Paten
N. Penulis, "Judul paten," HKI xxxxxx, 01 Januari 2014.
- Tesis dan Disertasi
N. Penulis, "Judul tesis," M.Sc. thesis, *Singkatan Departemen, Singkatan*

Universitas, Kota Universitas, Singkatan Nama Negara, tahun.

N. Penulis, "Judul disertasi," Ph.D. dissertation, Singkatan Departemen, Singkatan Universitas, Kota Universitas, Singkatan Nama Negara, tahun.

- Belum Terbit
N. Penulis, "Judul artikel," belum terbit.

N. Penulis, "Judul artikel," Singkatan Nama Jurnal, proses cetak.

- Sumber online
N. Penulis. (tahun, bulan tanggal). Judul (edisi) [Media perantara]. Alamat situs: [http://www.\(URL\)](http://www.(URL))

N. Penulis. (tahun, bulan). Judul. Jurnal [Media perantara]. *volume(issue)*, halaman jika ada. Alamat situs: [http://www.\(URL\)](http://www.(URL))

Catatan: media perantara dapat berupa media online, CD-ROM, USB, dan sebagainya.

5. Pengiriman Naskah Awal

- Para penulis dapat mengirimkan naskah hasil penelitiannya dalam bentuk .doc atau .pdf melalui surel ke umnjurnal@gmail.com dengan subjek sesuai Jurnal yang dipilih.
- Seluruh isi naskah yang dikirimkan harus memenuhi syarat dan ketentuan yang ditentukan.
- Kami akan menjaga segala kerahasiaan dan Hak Cipta karya Anda.
- Sertakan biodata penulis pertama yang lengkap, meliputi nama, alamat kantor, alamat penulis, telpon kantor/ rumah dan hp, serta No NPWP (bagi yang memiliki NPWP).

6. Penilaian Naskah

- Seluruh naskah yang diterima akan melalui serangkaian tahap penilaian yang melibatkan mitra bestari.
- Setiap naskah akan direview oleh minimal 2 orang mitra bestari.
- Rekomendasi dari mitra bestari yang akan menentukan apakah sebuah naskah diterima, diterima dengan revisi minor, diterima dengan revisi major, atau ditolak.

7. Pengiriman Naskah Final

- Naskah yang diterima untuk diterbitkan akan diinformasikan melalui surel redaksi.
- Penulis berkewajiban memperbaiki setiap kesalahan yang ditemukan sesuai saran dari mitra bestari.
- Naskah final yang telah direvisi dapat dikirimkan kembali ke surel redaksi beserta hasil scan Copyright Transfer Form yang telah ditandatangani.

8. Copyright dan Honorarium

- Penulis yang naskahnya dimuat harus membaca dan menyetujui isi Copyright Transfer Form kepada redaksi.
- Copyright Transfer Form harus ditandatangani oleh penulis pertama naskah.
- Naskah yang dimuat akan mendapatkan honorarium sebesar Rp 1.000.000,- per naskah, setelah dipotong pajak 2.5% (bila penulis pertama yang memiliki NPWP) dan 3% (tanpa NPWP).
- Honorarium akan ditransfer ke rekening penulis pertama (tidak dapat diwakilkan) paling lambat 2 minggu setelah jurnal naik cetak dan siap didistribusikan.
- Penulis yang naskahnya dimuat akan mendapatkan copy jurnal sebanyak 2 eksemplar.

9. Biaya Tambahan

- Permintaan tambahan copy jurnal harus dibeli seharga Rp 50.000,- per copy.
- Permintaan penambahan jumlah halaman dalam naskah (maksimal 8 halaman) akan dikenai biaya sebesar Rp 25.000,- per halaman.

10. Alamat Redaksi

d.a. Koordinator Riset
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Multimedia Nusantara
Gedung Rektorat Lt.6
Scientia Garden, Jl. Boulevard Gading Serpong,
Tangerang, Banten -15333
Surel: umnjurnal@gmail.com

Judul Paper

Sub Judul (jika diperlukan)

Nama Penulis A¹, Nama Penulis B², Nama Penulis C²

¹ Baris pertama (dari afiliasi): nama departemen organisasi, nama organisasi, kota, negara
Baris kedua: alamat surel jika diinginkan

² Baris pertama (dari afiliasi): nama departemen organisasi, nama organisasi, kota, negara
Baris kedua: alamat surel jika diinginkan

Diterima dd mmmmm yyyy

Disetujui dd mmmmm yyyy

Abstract—This electronic document is a “live” template which you can use on preparing your IJNMT paper. Use this document as a template if you are using Microsoft Word 2007 or later. Otherwise, use this document as an instruction set. Do not use symbol, special characters, or Math in Paper Title and Abstract. Do not cite references in the abstract.

Index Terms—enter key words or phrases in alphabetical order, separated by commas

I. PENDAHULUAN

Dokumen ini, dimodifikasi dalam MS Word 2007 dan disimpan sebagai dokumen Word 97-2003, memberikan panduan yang diperlukan oleh penulis untuk mempersiapkan dokumen elektroniknya. Margin, lebar kolom, jarak antar baris, dan jenis-jenis format lainnya telah disisipkan di sini. Penulis berkewajiban untuk memastikan dokumen yang dipersiapkannya telah memenuhi format yang disediakan.

Isi Pendahuluan mengandung latar belakang, tujuan, identifikasi masalah dan metode penelitian yang dipaparkan secara tersirat (implisit). Kecuali bab Pendahuluan dan Simpulan, penulisan judul bab sebaiknya eksplisit sesuai dengan isi yang dijelaskan, tidak harus implisit dinyatakan sebagai Dasar Teori, Perancangan, dan sebagainya.

II. PENGGUNAAN YANG TEPAT

A. Memilih Template

Pertama, pastikan Anda memiliki *template* yang tepat untuk artikel Anda. *Template* ini ditujukan untuk Jurnal ULTIMATICS, ULTIMA InfoSys, dan ULTIMA Computing. *Template* ini menggunakan ukuran kertas A4.

B. Mempertahankan Keutuhan Format

Template ini digunakan untuk mem-format artikel dan *style* isi artikel Anda. Seluruh margin, lebar kolom, jarak antar baris, dan jenis tulisan telah diberikan, jangan diubah.

III. PERSIAPKAN ARTIKEL ANDA

Sebelum Anda mulai mem-format artikel Anda, tulislah terlebih dahulu artikel Anda dan simpan sebagai *text file* lainnya. Setelah selesai baru lakukan pencocokkan *style* dokumen. Jangan tambahkan nomor halaman di bagian manapun dari dokumen ini. Perhatikan pula beberapa hal berikut saat melakukan pengecekan tulisan.

A. Singkatan

Definisikan singkatan pada saat pertama kali digunakan di dalam isi tulisan, walaupun singkatan tersebut telah didefinisikan di dalam abstrak. Singkatan seperti IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, dan rms tidak harus didefinisikan. Singkatan yang menggunakan tanda titik tidak boleh diberi spasi, seperti “C.N.R.S.”, bukan “C. N. R. S.” Jangan gunakan singkatan di dalam Judul Artikel atau Judul Bab, kecuali tidak dapat dihindari.

B. Unit

- Gunakan baik SI (MKS) atau CGS sebagai unit primer.
- Jangan menggabungkan kepanjangan dan singkatan dari unit, yang tepat seperti “Wb/m²” atau “webers per meter persegi,” bukan “webers/m².”
- Gunakan angka nol di depan suatu bilangan desimal, seperti “0,25” bukan “.25.”

C. Persamaan

Format persamaan merupakan suatu pengecualian di dalam spesifikasi *template* ini. Anda harus menentukan apakah akan menggunakan jenis tulisan Times New Roman atau Symbol (jangan jenis tulisan yang lain). Bila Anda membuat beberapa persamaan berbeda, akan lebih baik bila Anda mempersiapkan persamaan tersebut sebagai gambar dan menyisipkannya ke dalam artikel Anda setelah diberi *style*.

Beri penomoran untuk persamaan Anda secara berurutan. Nomor persamaan berada dalam tanda kurung seperti (1), dan diletakkan pada bagian kanan dengan menggunakan suatu *right tab stop*.

$$\int_0^{r_2} F(r, \phi) dr d\phi = [\sigma r_2 / (2\mu_0)] \quad (1)$$

Perhatikan bahwa persamaan di atas diposisikan di bagian tengah dengan menggunakan suatu *center tab stop*. Pastikan bahwa simbol-simbol yang digunakan dalam persamaan Anda didefinisikan sebelum atau sesudah persamaan. Gunakan "(1)," bukan "Persamaan (1)," kecuali pada awal sebuah kalimat, seperti "Persamaan (1) merupakan"

D. Beberapa Kesalahan Umum

- Perhatikan tata cara penulisan Bahasa Indonesia yang benar, perhatikan penggunaan kata depan dan kata sambung yang tepat, seperti "di depan" dan "disampaikan".
- Kata-kata asing yang belum diserap ke dalam Bahasa Indonesia dapat dicetak miring, atau diberi garis bawah, atau dicetak tebal (pilih salah satu), seperti "*italic*", "underlined", "**bold**".
- Prefiks seperti "non", "sub", "micro", "multi", dan "ultra" bukan kata yang berdiri sendiri, oleh karenanya harus digabung dengan kata yang mengikutinya, biasanya tanpa tanda hubung, seperti "subsistem".

IV. MENGGUNAKAN TEMPLATE

Setelah naskah artikel Anda selesai di-*edit*, artikel Anda dapat dipersiapkan untuk *template*. Gandakan template ini dengan menggunakan perintah Save As dan simpan dengan penamaan berikut:

- ULTIMATICS_namaPenulis1_judulArtikel.
- ULTIMAInfoSys_namaPenulis1_judulArtikel.
- ULTIMAComputing_namaPenulis1_judulArtikel.

Selanjutnya Anda dapat meng-*import* artikel Anda dan mempersiapkannya sesuai *template* yang diberikan. Perhatikan beberapa hal berikut pada saat melakukan pengecekan.

A. Penulis dan Afiliasi

Template ini didesain untuk tiga penulis dengan dua afiliasi yang berbeda. Penamaan afiliasi yang sama tidak perlu berulang, cukup afiliasi yang berbeda yang ditambahkan. Berikan alamat surel resmi afiliasi atau penulis jika diinginkan.

B. Penamaan Judul Bab dan Subbab

Bab merupakan suatu perangkat organisatorial yang memandu pembaca untuk membaca isi artikel

Anda. Terdapat dua jenis bab: bab utama (bab) dan subbab.

Bab utama mengidentifikasi komponen-komponen yang berbeda dalam artikel Anda dan tidak memiliki hubungan isi yang erat satu sama lainnya. Sebagai contoh PENDAHULUAN, DAFTAR PUSTAKA, dan UCAPAN TERIMA KASIH. Penulisan judul bab utama menggunakan huruf kapital dan penomoran angka Romawi.

Subbab merupakan isi yang dijabarkan lebih terstruktur dan memiliki relasi yang kuat. Penamaan subbab ditulis dengan menggunakan cara penulisan judul kalimat utama (*Capitalize Each Word*) dan penomorannya menggunakan huruf alfabet kapital secara berurutan. Untuk subsubbab, penamaan dan penomorannya mengikuti cara penamaan dan penomoran subbab diikuti angka Arab, seperti "A.1 Penulis", "A.1.1 Afiliasi Penulis".

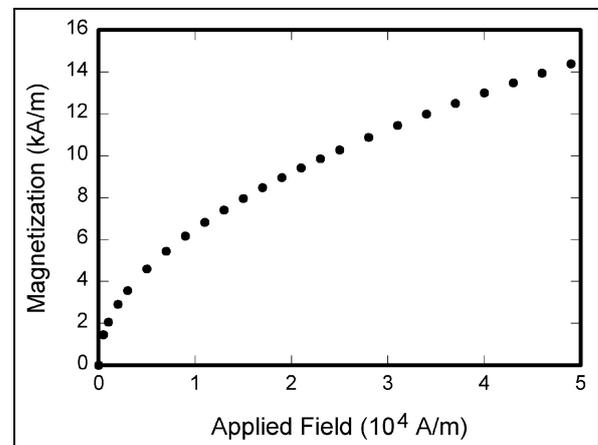
C. Gambar dan Tabel

Letakkan gambar dan tabel di atas atau di bawah kolom. Hindari posisi di tengah kolom. Gambar dan tabel yang besar dapat mengambil area dua kolom menjadi satu kolom. Judul gambar harus diletakkan di bawah gambar, sedangkan judul tabel harus diletakkan di atas tabel. Masukkan gambar dan tabel setelah mereka dirujuk di dalam isi artikel.

Tabel 1. Contoh tabel

Table Head	Table Column Head		
	Table column subhead	Subhead	Subhead
copy	More table copy		

Penamaan judul gambar dan tabel menggunakan cara penulisan kalimat biasa (*Sentence case*). Berikan jarak baris sebelum dan sesudah gambar atau tabel dengan kalimat penyertanya.



Gambar 1. Contoh gambar

V. SIMPULAN

Bagian simpulan bukan merupakan keharusan. Meskipun suatu simpulan dapat memberikan gambaran mengenai intisari artikel Anda, jangan menduplikasi abstrak sebagai simpulan Anda. Sebuah simpulan dapat menekankan pada pentingnya penelitian yang Anda lakukan atau saran pengembangan penelitian selanjutnya yang dapat dikerjakan.

LAMPIRAN

Jika diperlukan, Anda dapat menyisipkan lampiran-lampiran yang digunakan dalam artikel Anda sebelum UCAPAN TERIMA KASIH.

UCAPAN TERIMA KASIH

Di bagian ini Anda dapat memberikan pernyataan atau ungkapan terima kasih pada pihak-pihak yang telah membantu Anda dalam pelaksanaan penelitian yang Anda lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Untuk penamaan daftar pustaka, gunakan tanda kurung siku, seperti [1], secara berurutan dari awal rujukan dilakukan. Untuk merujuknya dalam kalimat, cukup gunakan [2], bukan “Rujukan [3]”, kecuali di awal sebuah kalimat, seperti “Rujukan [3] menggambarkan”

Penomoran catatan kaki dilakukan secara terpisah dengan *superscripts*. Letakkan catatan kaki tersebut di

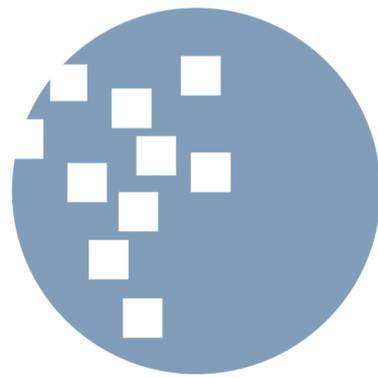
bawah kolom dimana catatan kaki tersebut dirujuk. Jangan letakkan catatan kaki di dalam daftar pustaka.

Kecuali terdapat enam atau lebih penulis, jabarkan nama penulis tersebut satu-satu, jangan gunakan “dkk”. Artikel yang belum diterbitkan, meskipun sudah dikirim untuk diterbitkan, harus ditulis “belum terbit” [4]. Artikel yang sudah dikonfirmasi untuk diterbitkan, namun belum terbit, harus ditulis “proses cetak” [5]. Gunakan cara penulisan kalimat (*Sentence case*) untuk penulisan judul artikel.

Untuk artikel yang diterbitkan dalam jurnal terjemahan, tuliskan terlebih dahulu rujukan hasil terjemahannya, diikuti dengan jurnal aslinya [6].

- [1] G. Eason, B. Noble, dan I.N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, hal. 529-551, April 1955.
- [2] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, hal.68-73.
- [3] I.S. Jacobs dan C.P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in *Magnetism*, vol. III, G.T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, hal. 271-350.
- [4] K. Elissa, “Title of paper if known,” belum terbit.
- [5] R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” *J. Name Stand. Abbrev.*, proses cetak.
- [6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, dan Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” *IEEE Transl. J. Magn. Japan*, vol. 2, hal. 740-741, Agustus 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, hal. 301, 1982].
- [7] M. Young, *The Technical Writer’s Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.

The logo for Universitas Muhammadiyah Negeri (UMN) is displayed in a large, blue, sans-serif font. The letters 'U', 'M', and 'N' are bold and connected, with the 'M' having a distinctive shape. The logo is centered at the bottom of the page.



UMN

ISSN 2355-3286



9 772355 328009



Universitas Multimedia Nusantara
Scientia Garden Jl. Boulevard Gading Serpong, Tangerang
Telp. (021) 5422 0808 | Fax. (021) 5422 0800