ID: 09

Rancang Bangun Prototipe Asisten Suara untuk Pengendalian Peralatan Rumah Pintar secara Interaktif Berbasis *Chatbot* dengan *Artificial Intelligence*

Design and Development of a Voice Assistant Prototype for Interactive Control of Smart Home Devices Based on Chatbot with Artificial Intelligence

Nanang Rohadi
Teknik Elektro, Universitas Padjadjaran
Jl. Hegarmanah, Jatinangor, Sumedang, Jawa-Barat 45363
nanang.rohadi@unpad.ac.id

Abstrak – *Meningkatnya keinginan untuk mendapatkan pelayanan pada rumah pintar berbasis teknologi membuat peran asisten suara menjadi dibutuhkan. Melalui perintah suara pengguna dapat melakukan pengontrolan dan pengawasan terhadap peralatan pada rumah pintar. Perancancangan asisten suara untuk pengontrolan berbasis chatbot masih terbatas sehingga perlu dikembangkan untuk selanjutnya diimplementasi. Chatbot merupakan penerapan kecerdasan buatan pengolahan input teks dan kemudian akan memberikan respon atau jawaban. Penelitian ini bertujuan merancang prototipe asisten suara untuk pengendalian peralatan listrik rumah secara interaktif berbasis chatbot dengan proses pembelajaran dengan metoda Natural Language Processing (NLP) dan dilatih menggunakan algoritma Artificial Neural Network (ANN). Konversi Speech to Text dan Text to Speech digunakan untuk pengendalian operasi rumah pintar secara interakif melalui suara. Mikrokontroler digunakan sebagai fungsi interface untuk pengendalian peralatan rumah terpasang. Hasil akurasi training model chatbot dengan algoritma ANN adalah 99.83%. Hasil pengujian respon kerja rancangan sistem diperoleh bahwa rancangan asisten suara dapat memberikan solusi kenyamanan dan kemudahan aksesibilitas bagi penggunanya, terlebih pada orang dengan keterbatasan fisik.*

Kata Kunci*: Chatbot, Artificial Neural Network, Speech to Text, Text to Speech, Rumah Pintar.*

Abstract – *The increasing demand for technology-based smart home services has made the role of voice assistants essential. Through voice commands, users can control and monitor devices in a smart home. The design of voice assistants for chatbot-based control is still limited, necessitating further development and implementation. A chatbot is an application of artificial intelligence that processes text input and then provides responses or answers. This research aims to design a voice assistant prototype for interactive control of household electrical appliances based on a chatbot, utilizing Natural Language Processing (NLP) methods and trained using Artificial Neural Network (ANN) algorithms. Speech-to-Text and Text-to-Speech conversion are used for interactive smart home operation control via voice. A microcontroller functions as an interface for controlling the installed home appliances. The accuracy result of the chatbot model training with the ANN algorithm is 99.83%. The test results of the system design's response indicate that the voice assistant design can provide comfort and ease of accessibility for users, especially for those with physical limitations.*

Keywords*: Chatbot, Artificial Neural Network, Speech to Text, Text to Speech, Smart Home.*

1. Pendahuluan

Pelayanan rumah berbasis teknologi, seperti rumah pintar, diperlukan karena berbagai alasan yang dapat meningkatkan kenyamanan, efisiensi, keamanan, dan kualitas hidup penghuni. Pelayanan rumah berbasis teknologi diperlukan untuk mendapatkan alasan tersebut. Basis teknologi pada rumah pintar memungkinkan pengendalian perangkat rumah lebih mudah, dapat meningkatkan efisiensi energi dan faktor keamanan rumah yang dapat ditingkatkan [1]. Dengan semua manfaat ini pelayanan rumah berbasis teknologi tidak hanya menjawab kebutuhan modern tetapi juga menawarkan solusi yang lebih cerdas dan efisien untuk berbagai tantangan dalam kehidupan sehari-hari.

Asisten pengendali perangkat rumah berbasis suara muncul sebagai solusi inovatif untuk mengatasi berbagai permasalahan rumah tangga modern. Implementasi basis teknologi pada pengendalian perangkat rumah, pengguna dapat dengan mudah mengontrol peralatan listrik di rumah hanya melalui perintah suara [2]. Pengguna tidak perlu bergerak dari satu perangkat ke perangkat lain untuk menekan *remote* atau saklar fisik sehingga dapat memberikan solusi kenyamanan dan kemudahan aksesibilitas bagi penggunanya, terlebih pada orang yang memiliki keterbatasan fisik [3]. Penambahan sensor otomatis untuk pengontrolan peralatan listrik juga dapat mengurangi risiko kelalaian dan pemborosan energi yang mungkin ditimbulkan [4].

Asisten kontrol rumah berbasis suara merupakan implementasi dari kemajuan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan. Sistem AI dapat meniru kecerdasan manusia seperti menentukan keputusan, logika, dan karakteristik kecerdasan lainnya [5]. Kemampuan komputer untuk memahami bahasa dan berinteraksi dengan manusia merupakan salah satu kecerdasan yang dapat dikembangkan. *Natural language processing* (NLP) adalah cabang kecerdasan buatan yang membuat komputer dapat menafsirkan dan memahami bahasa manusia yang pada akhirnya akan menciptakan suatu komunikasi antara manusia dengan peralatan fisik [6]. *Chatbot* merupakan penerapan dari kecerdasan NLP. *Chatbot* dapat menghasilkan percakapan antara manusia dengan komputer dimana input dan output yang dihasilkan adalah tulisan/teks. Untuk membuat sistem menjadi hidup atau berinteraksi suara, maka diberi tambahan pengkonversi *speech to text* dan *text to speech* [7][8].

Implementasi teknlogi berbasis *Chatbot* dan AI, pengguna dapat dengan mudah melakukan kontrol konsumsi energi listrik dan mencegah *human error* atau kelalaian saat meninggalkan ruangan. Pengguna dapat menginstruksikan sistem untuk mematikan suatu perangkat dengan mudah atau bahkan mematikan beberapa perangkat sekaligus dalam satu perintah saat pengguna akan meninggalkan rumah.

Pada penelitian ini akan dikembangkan prototipe rancang bangun asisten suara interaktif untuk kontrol peralatan listrik di rumah. Rancangan akan menggunakan *chatbot* dengan model NLP yang dikembangka dengan penambagan fitur konversi suara ke teks dan sebaliknya, serta penambahan fitur kontrol ke mikrokontroler. Proses pelatihan dan pengujian sistem chatbot menggunakan algoritma machine learning yaitu *Artificial Neural Network* (ANN). Modul *TensorFlow* juga digunakan untuk melatih model dari ANN.

2. Metodologi Rancangan

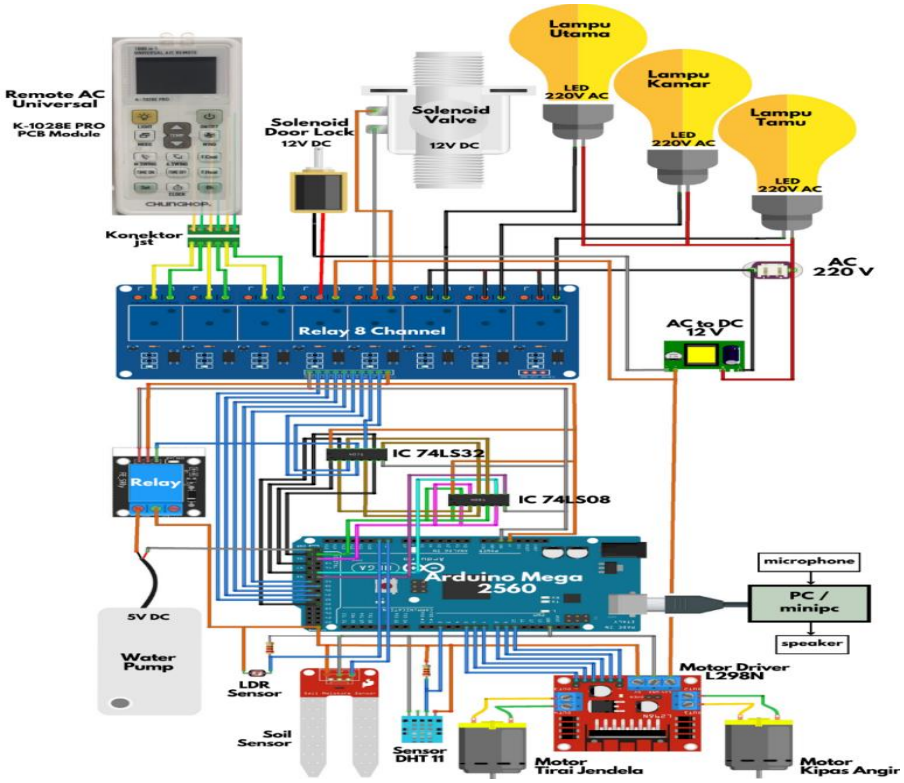
Pendekatan sistimatis digunakan dalam proses rancangan, baik rancangan fisik maupun algoritma sebagai fungsi pengendalian. Sejumlah metoda rancangan dikembangkan untuk mendapatkan solusi yang efektif, efisien, dan sesuai kebutuhan rancangan.

2.1. Rancangan *Hardware*

Rancangan *hardware* dimulai dengan membuat rangkaian peralatan listrik yang diperlukan melalui sejumlah tahapan berupa tahapan konseptualisasi hinggi pembuatan prototipe untuk membuat fungsi dan tujuan dari perangkat keras akan dirancang. Spesifikasi detail seperti

ISSN (p): 2985 - 4903
ISSN (e): 2986 - 2477

performa, daya, ukuran, dan lingkungan operasional ditentukan dalam pembuatan untuk memenuhi kebutuhan dan spesifikasi teknik yang telah ditentukan. Gambar 1 menggambarkan rangkaian dari sistem perangkat keras, beberapa elemen termasuk *microcontroller* ardunio telah digunakan pada sistem pengendalian rumah pintar.



Gambar 1. Rangkaian komponen pada kendali rumah pintar

2.2. Rancangan Perangkat Lunak

Pada rancangan ini struktur dan komponen pada kerja perangkat lunak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan yang direncanakan. Dalam rancangan ini beberapa aspek rancangan untuk mendapatkan kerja sistem perlu dilakukan, yaitu meliputi aristektur dari sistem, desain komponen, desain antar muka, desain basis data, dan disain algoritma.

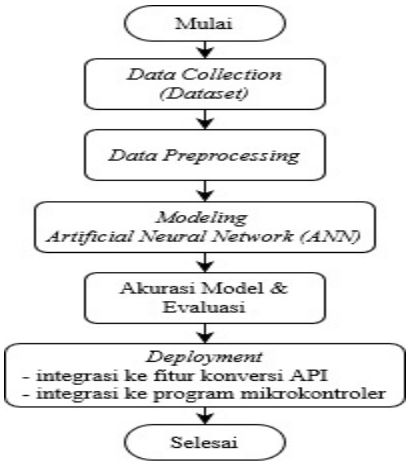
Lebih detail dari kebutuhan kerja dari perangkat lunak yang dikembangkan adalah perancangan dari model *chatbot* yang diintegrasikan dengan fitur *speech to text* dan *text to speech* menggunakan API. Kemudian model sistem tersebut akan diintegrasikan dengan program mikrokontroler melalui program lanjutan. Gambar 2.2 adalah detail dari diagram alir perancangan *chatbot* yang menggambarkan Langkah-langkah utama dalam merancangan dan mengembangkan *chatbot*, dari tahap awal hingga implementasi akhir. Diagram alir ini merupakan serangkaian kotak dan panah yang menunjukkan urutan langkah. Penjelasan lebih rinci dari metodologi pada Gambar 2.2 adalah, sbb.:

Data Collection (Dataset)

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan kumpulan data yang dimasukkan secara manual [9]. Data tersebut berfokus pada peluang kata atau kalimat yang mungkin diucapkan untuk mengontrol perangkat. Dataset akan disimpan dalam sebuah file *JavaScript Object Notation* (JSON) dengan struktur:

ISSN (p): 2985 - 4903
ISSN (e): 2986 - 2477

a. *Intents*: Kumpulan seluruh data tag atau kelas yang akan digunakan untuk melatih chatbot.
b. *Tag*: Kelompok serupa atau kelas yang didalamnya terdapat *Patterns* dan *Responses*.
c. *Patterns*: Data pola input atau peluang kalimat yang mungkin diucapkan oleh pengguna.
d. *Responses*: Output atau kalimat jawaban yang nantinya dikirimkan chatbot kepada pengguna.

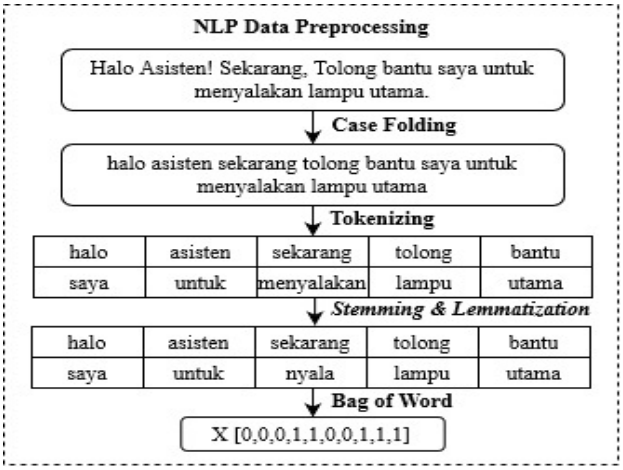


Gambar 2. Diagram alir rancangan *chatbot*

Data Preprocessing

Pada tahap ini, data teks akan diolah menggunakan pendekatan *Natural Language Processing* (NLP) sehingga komputer dapat memahami makna kalimat berdasarkan nilai dari setiap kata [10] [11].

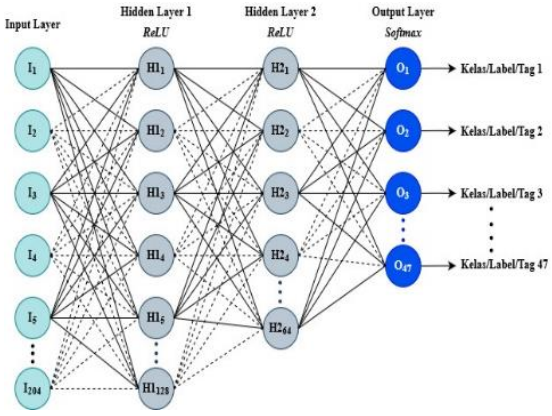
Data dengan teks panjang (kalimat) akan diolah melalui beberapa tahapan berikut. *Case folding*, merupakan proses untuk mengubah data teks input menjadi huruf kecil atau tidak kapital. *Tokenizing*, merupakan proses memecahkan kalimat menjadi kata-kata atau disebut token. *Stemming*, proses menghilangkan imbuhan dengan melakukan pemotongan awalan atau akhiran kata dan diubah ke bentuk akarnya. *Lemmatization*, proses pengubahan bentuk kata menjadi satu bentuk inti atau kata dasarnya sehingga dapat memudahkan analisis. *Bag of Words* (BoW) adalah pemodelan yang memperoleh kosakata dari seluruh teks atau korpus, untuk membentuk sekumpulan kata unik serta nilai dari setiap kata [12][13]. Gambar 3 adalah gambaran skema dari *data preprocessing*.



Gambar 3. Gambaran skema *preprocessing*

Model *Artificial Neural Network (ANN)*

Model ANN digunakan untuk melakukan pembelajaran klasifikasi *output* respon dan kontrol [14]. Gambar 4 adalah arsitektur dari model ANN yang digunakan pada penelitian.



Gambar 4. Arsitektur *Artificial Neural Network*

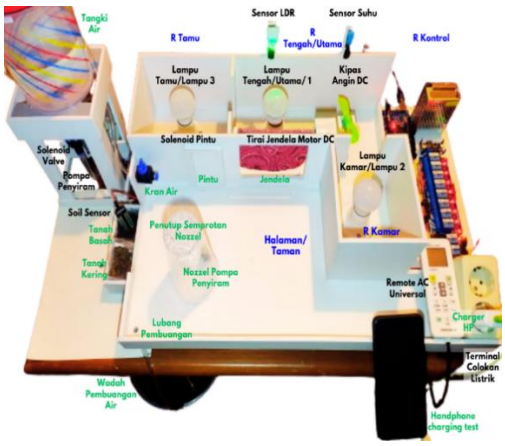
Layer pertama merupakan *Input layer* (I), berjumlah 204 *node* (*neuron*) yang berasal dari hasil pengolahan data *preprocessing*. *Layer* kedua merupakan *hidden layer* (H1), memiliki 128 *node* (*neuron*). *Layer* ketiga merupakan *hidden layer* (H2), memiliki 64 *node* (*neuron*). *Layer* terakhir adalah *output layer* (O), memiliki 47 *node* (*neuron*) yang merupakan jumlah kelas atau *tag output*.

Hidden layer pertama dan kedua menggunakan fungsi aktivasi ReLU (*Rectified Linear Unit*). Aktivasi ReLU membuat data negatif menjadi 0 dan data yang diatas 0 akan dikembalikan pada nilai sebelumnya. Pada *output layer* menggunakan fungsi aktivasi *softmax*. Aktivasi *softmax* merupakan fungsi yang digunakan dalam perhitungan probabilitas untuk menentukan klasifikasi multi kelas dengan output kelas yang mempunyai nilai probabilitas yang paling tinggi [15].

3. Hasil Pengujian dan Pembahasan

Rancangan Miniatur Ruangan (Rumah)

Pada penelitian berhasil dibuat miniatur ruangan mengikuti rancangan desain yang sudah direncanakan sebelumnya. Rancangan memiliki ukuran inti 60 cm x 40 cm. Terdapat perangkat listrik yang diintegrasikan ke rancangan miniature, yaitu: *remote* AC *universal*, kipas motor DC, motor DC untuk tirai, solenoid kunci pintu, solenoid untuk pipa saluran air, pompa air DC untuk penyiraman tanaman, lampu LED, terminal colokan listrik, sensor kelembaban tanah, sensor LDR cahaya dan sensor suhu.



Gambar 5. Prototipe Miniatur Ruangan

Pengujian Respon *Chatbot* Terhadap Kontrol Komponen

Tabel 1 adalah respon chatbot terhadap kontrol komponen lampu. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui kinerja dari rancangan chatbot yang telah dibangun dapat bekerja dengan baik terhadap peralatan listrik. Pengujian dilakukan dengan menguji input perintah yang berbeda-beda sebanyak 5 kali pada setiap komponen peralatan.

Tabel 1. Contoh Respon Chatbot Terhadap Kontrol Komponen Lampu

Komponen	Uji	Input	Respon	Kondisi Komponen	Status
Lampu Utama	1	Tolong nyalakan lampu ruang utama	Baik lampu utama akan segera dinyalakan	Hidup	Benar
	2	Tolong hidupkan lampu utama	Baik lampu utama dihidupkan	Hidup	Benar
	3	Tolong aktifkan lampu ruang utama	Baik lampu utama akan diaktifkan	Hidup	Benar
	4	Hidupkan segera lampu satu	Baik lampu satu segera dihidupkan	Hidup	Benar
	5	Tolong hidupin lampu ruang tengah	Baik lampu ruang tengah dihidupkan	Hidup	Benar
	1	Tolong matikan lampu utama	Baik lampu utama segera dimatikan	Mati	Benar
	2	Tolong padamkan lampu ruang tengah	Baik lampu utama akan dimatikan	Mati	Benar
	3	Nonaktifkan lampu utama	Baik lampu utama akan segera dinonaktifkan	Mati	Benar
	4	Halo bantu saya|matikan lampu utama	Baik lampu utama segera dimatikan	Mati	Benar
	5	Nonaktifkan segera lampu satu	Baik lampu satu segera dinonaktifkan	Mati	Benar

Note: waktu respon sekitar 4.9 detik pada jarak mikropon sekitar 3 meter.

Tabel 1 hasil uji respon *chatbot* terhadap kontrol peralatan listrik, dilakukan pengujian yang sama untuk seluruh komponen/peralatan listrik yang ada pada rancangan. Hasil pengujian diketahui respon chatbot memiliki ketepatan yang baik terhadap kontrol komponen peralatan. Rancangan sistem mampu mengerti berbagai model kalimat input yang memiliki tujuan atau makna yang sama untuk setiap kategori pengontrolan perangkat. Pada pengujian tidak ditemukan adanya kegagalan.

4. Kesimpulan

Dalam makalah ini, disajikan rancangan prototipe dan pengujian asisten suara untuk pengendalian peralatan rumah pintar. Teknologi pengendalian yang dikembangkan berbasis chatbot NLP menggunakan algoritma ANN. Hasil akurasi pada proses pembelajaran model chatbot diperoleh cukup baik, termasuk pengujian respon kerja rancangan asisten suara untuk subjek pengendalian pada beban lampu. Waktu rata-rata dari respon sistem adalah 4.9 detik, dengan posisi microphone pada jarak 3 meter. Prototipe dengan metoda yang dikembangkan berhasil diimplemetnasi untuk pengendalain pada rumah pintar.

Referensi

[1] Lee, H., & Kim, Y., "*The rising demand for home services: A consumer perspective. Journal of Consumer Affairs*", 54(2), 519-538. doi:10.1111/joca.12345, 2020.

[2] Kumar, A., & Lee, H., *"Voice-controlled smart home automation systems: Design and implementation. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing"*, 12(4), 515-526. doi:10.1007/s12652-020-02165-3, 2021.

[3] Kim, S., & Park, J. "*Development of a Voice-Activated Smart Home Control System"*. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 65(3), 295-304. doi:10.1109/TCE.2019.2901228, 2019.

[4] Chen, J., Liu, Y., & Zhang, X. "*Smart Home Energy Management System Using IoT and Big Data Analytics*". Sensors, 20(5), 1565. doi:10.3390/s20051565, 2020.

ISSN (p): 2985 - 4903
ISSN (e): 2986 - 2477

[5] Abdul Raup, et al., "*Deep Learning dan Penerapannya dalam Pembelajaran*", Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan (JIIP), Vol. 5, No. 9, pp. 3258-3267, September 2022, eISSN: 2614-8854.
[6] Farid Naufal et al., "*Natural Language Processing Untuk Otomatisasi Pengenalan Pronomina Dalam Kalimat Bahasa Indonesia*". Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK), Vol. 9, No. 5, pp. 1011-1018, Oktober 2022.
[7] C. Rzepka et al., "*Voice Assistant vs. Chatbot – Examining the Fit Between Conversational Agents' Interaction Modalities and Information Search Tasks*", Inf. Syst. Front., vol. 24, no. 3, pp. 839–856, 2022, doi: 10.1007/s10796-021-10226-5.
[8] Y. Ren et al., "*Fast Speech 2: Fast and High-Quality End-to-End Text to Speech*," pp. 1–15, 2020, Available: http://arxiv.org/abs/2006.04558.
[9] Feri Mustakim, et al., "*Algoritma Artificial Neural Network pada Text-based Chatbot Frequently Asked Question (FAQ) Web Kuliah Universitas Nasional*", Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi), Vol. 5, No. 4, pp.438-447, 2021, DOI: https://doi.org/10.35870/jtik.v5i4.261.
[10] Jasen, et al., "*Penerapan Natural Language Processing Dalam Aplikasi Chatbot Sebagai Media Pencarian Informasi Dengan Menggunakan React*", Jurnal Informatika dan Bisnis, 2020, ISSN 2301-9670.
[11] Kwan, Wahyu, "*Natural Language Processing*", Publish PT. Algoritma Data Indonesia, 2021 Diakses melalui https://algorit.ma/blog/natural-language-processing/.
[12] M. Uma, et al., "*Formation of SQL from Natural Language Query using NLP*," International Conference on Computational Intelligence in Data Science (ICCIDS), pp. 1-5, 2019.
[13] W. T. H. Putri, et al., "*Penggalian Teks Dengan Model Bag of Words Terhadap Data Twitter*", Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan, Vol. 2, No.1, pp. 129-138, 2018.
[14] Y. I. Al Barsh, et al., "*MPG Prediction Using Artificial Neural Network*," International Journal of Academic Information Systems Research (IJAISR), pp. 7-16, 2020.
[15] N. A. Purwitasari, et al., "*Implementation of Artificial Neural Network Algorithm in Chatbot Development Using Natural Language Processing Approach*", Jurnal IPTEK, Vol. 6, No.1, pp.14-21, Februari 2022.