

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini memuat berbagai dasar teori yang mendukung dan penjelasan konsep dasar penulisan tugas akhir.

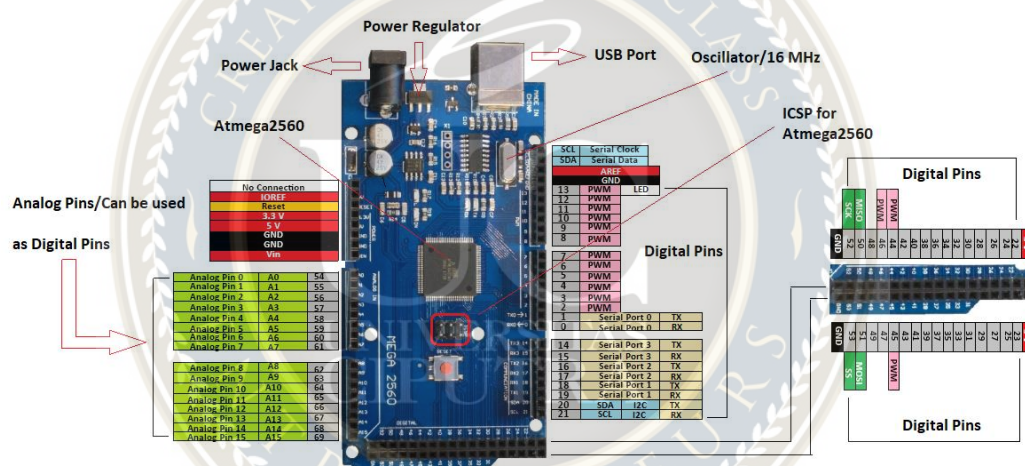
2.1 Arduino

Arduino merupakan desain *platform* pembuatan *prototype* yang bersifat *open-source hardware* dan *software*. *Software* Arduino dapat di download secara gratis melalui *website* resminya yaitu www.arduino.cc. Bahasa pemrograman yang di pakai untuk *software* Arduino menggunakan pemrograman C dimana sudah dimodifikasi dan ditanamkan pemrograman *bootloader*. Fungsi dari pemrograman *bootloader* adalah untuk menjembatani antara *software compiler* Arduino dengan *microcontroller* (Masinambow, Najoa, & Lumenta, 2014).

Arduino Mega2560 adalah *platform microcontroller* yang menggunakan basis ATmega2560 berbeda dengan Arduino Uno yang berbasis ATmega328 sehingga Arduino Mega2560 lebih canggih daripada Arduino Uno. Arduino Mega2560 mempunyai 54 *input/output digital* yang terdiri dari 16 *pin* yang digunakan sebagai *output* PWM, 16 inputan *analog*, 16, serta didalamnya ada 16 MHZ osilator kristal, USB koneksi, *power*, ICSP, dan tombol reset. Arduino Mega2560 dapat bekerja melalui bantuan *microcontroller* yang disambungkan lewat komputer/laptop dengan USB kabel. Untuk menyalakannya menggunakan arus AC atau DC serta bisa juga

memakai baterai (Oktariawan, Martinus, & Sugiyanto, 2013), dengan anjuran daya 7 Volt – 12 Volt. Jika tegangan arus kurang dari 7 Volt akan membuat *board* Arduino Mega2560 menjadi tidak stabil, sedangkan jika tegangan arus lebih dari 12 Volt akan berdampak panas berlebih pada regulator dan mengakibatkan *board* Arduino Mega2560 menjadi rusak (Arifin, Zulita, & Hermawansyah, 2016).

Bentuk fisik dan skematik dari Arduino Mega2560 dapat dilihat pada Gambar 2. 1.



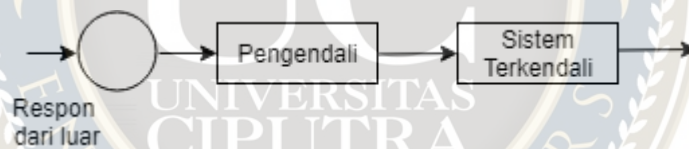
Gambar 2. 1 Arduino Mega2560 (Aqeel, 2018)

2.2 Sistem Kendali *Close Loop*

Sistem kendali atau sistem kontrol adalah rancangan suatu komponen yang dapat mengatur variabel parameter tertentu untuk menghasilkan suatu kondisi yang telah dibatasi. Yang menjadi tujuan sistem kendali adalah memperoleh standar optimasi sistem, standar tersebut didasari oleh fungsi dari sistem itu sendiri seperti pengukuran, perhitungan,

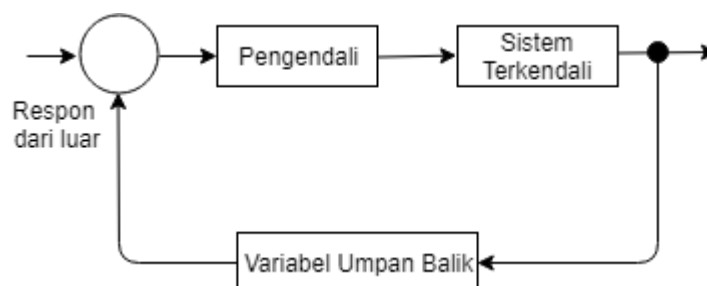
pencatatan, dan perbandingan yang diproses sesuai perintah sistem (Sugiharto & Agus, 2015). Pada umumnya terdapat 3 variabel penting pada sistem kendali ini, yaitu *input*, *process*, *output*. *Output* merupakan hasil variabel dari sistem kendali, sedangkan *input* merupakan variabel yang mempengaruhi dari hasil sistem kendali, yang mengatur *output* (Ichwan, Husada, & Rasyid, 2013).

Sistem kendali terbagi 2 jenis bagian, yaitu sistem kendali dengan *open loop* (lingkar terbuka) dan *close loop* (lingkar tertutup). Sistem kendali *open loop* merupakan sistem dimana variabel *input* akan mempengaruhi variabel *output* yang dihasilkan. Sistem kendali *open loop* bisa dilihat pada Gambar 2. 2.



Gambar 2. 2 Sistem kendali *open loop*

Sistem kendali *close loop* memiliki pengertian yang bertolak belakang dengan sistem kendali *open loop* dimana sistem ini mempunyai proses variabel yang berada di pengendali secara terus-menerus disensor lalu dibandingkan dengan banyaknya jumlah referensi yang ada (Sugiharto & Agus, 2015). Sistem kendali *close loop* bisa dilihat pada Gambar 2. 3.



Gambar 2. 3 Sistem kendali *close loop*

2.3 Matrix Laboratory

MATLAB (Matrix Laboratory) merupakan sebuah program yang digunakan untuk menganalisa dan mengkomputasi data numerik tingkat tinggi. MATLAB juga disebut-sebut sebagai pemrograman matematika lanjutan. MATLAB menggunakan bahasa pemrograman C/C++ dan assembler (Cahyono & Budi, 2013). Dalam penggunaannya MATLAB dapat menyelesaikan beberapa masalah, yaitu pengembangan dan algoritma, matematika dan komputasi, pemrograman modeling, simulasi, dan pembuatan prototype, analisa data, eksplorasi, dan visualisasi, analisis numerik, statistik, dan pengembangan aplikasi teknik (Riksakomara , Habibi , & Edwin, 2017).

2.4 Fuzzy Logic

Fuzzy model TSK tipe 1 menggunakan aturan *IF-THEN*, yang memetakan suatu ruang *input* ke ruang *output* pada sistem. Hasil *output* bukan berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa persamaan linier. Bentuk aturan *fuzzy* model TSK tipe 1 sebagai berikut:

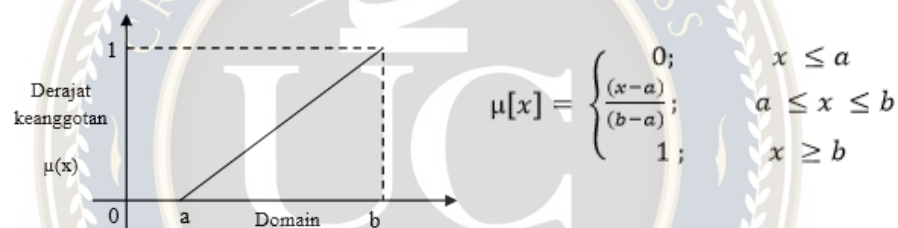
IF (X_1 is Q_1^k) and (X_2 is Q_2^k) and ... and (X_n is Q_n^k),

THEN Z is $w^k = P_0^k + P_1^k X_1 + P_2^k X_2 + \dots + P_n^k X_n$

Dimana X_1, X_2, \dots, X_n dan Z merupakan variable linguistik, dan $Q_1^k, Q_2^k, \dots, Q_n^k$ merupakan himpunan *fuzzy* pada semesta U, V, \dots, W , dan $P_0^k,$

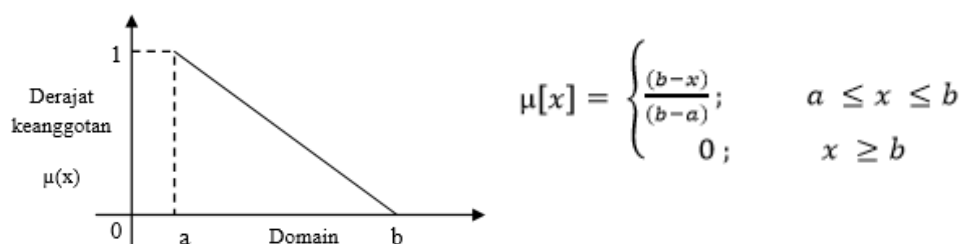
$P_1^k, P_2^k, \dots, P_n^k$ merupakan parameter regresi (Ren, Balansziki, & Baron, 2011). Pada teori himpunan *fuzzy* peranan posisi keanggotaan sebagai pembatas keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Posisi keanggotaan atau dikenal dengan istilah *membership function* menjadi ciri utama dari logika *fuzzy*. *Fuzzy* mempunyai sejumlah fungsi keanggotaan yang dapat digunakan, yaitu representasi linier naik, representasi linier turun, representasi kurva segitiga, dan representasi kurva trapezium (Masykur, 2012).

Grafik dan rumus representasi linier naik bisa dilihat pada Gambar 2. 4.



Gambar 2. 4 Representasi Linier Naik

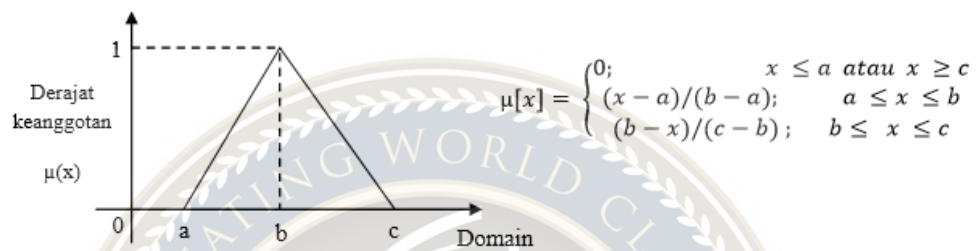
Grafik dan rumus representasi linier turun bisa dilihat pada Gambar 2. 5.



Gambar 2. 5 Representasi Linier Turun

Grafik dan rumus representasi kurva segitiga bisa dilihat pada Gambar 2.

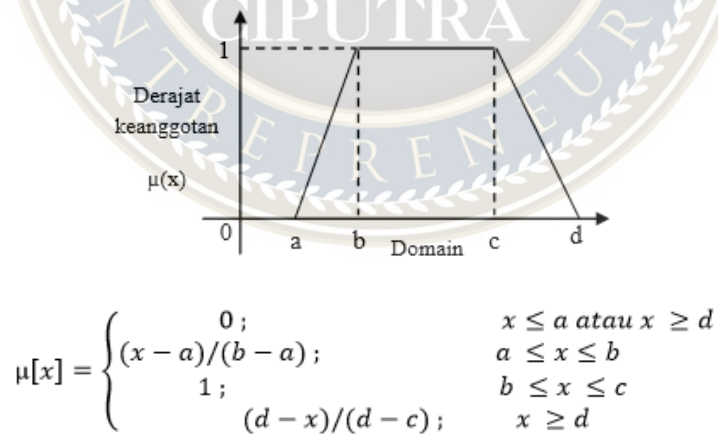
6.



Gambar 2. 6 Representasi Kurva Segitiga

Grafik dan rumus representasi kurva trapezium bisa dilihat pada Gambar

2. 7.



Gambar 2. 7 Representasi Kurva Trapezium

Metode Mamdani merupakan metode yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani di tahun 1975. Metode ini juga sering disebut dengan

metode min-max. Ada 4 tahap untuk menentukan *output*, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan, dan defuzzikasi (Fahmi, 2018). Untuk proses defuzzikasi pada metode Mamdani menggunakan metode *centroid* dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{\int \mu(z) \cdot z \, dz}{\int \mu(z) \, dz}$$

Metode Tsukamoto merupakan metode yang diperkenalkan oleh Tsukamoto. Metode ini menggunakan konsekuen aturan *IF-THEN* yang harus dipresentasikan dengan himpunan *fuzzy* fungsi keanggotaan monoton. Metode Tsukamoto menggunakan fungsi implikasi MIN untuk memperoleh nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Setiap nilai α -predikat berfungsi untuk menghitung hasil inferensi (crisp) masing-masing *rule*. Untuk proses defuzzikasi pada metode Tsukamoto menggunakan metode *average* dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{\sum \alpha_i \cdot z_i}{\sum \alpha_i}$$

2.5 *Microcontroller*

Microcontroller merupakan sebuah perangkat digital elektronik yang memiliki *input* dan *output* serta dapat mengendalikan program yang ditulis dan dihapus dengan cara spesifik, kerja dari *microcontroller* pada

hakikatnya membaca dan menulis data. Ada beberapa yang membedakan antara *microprosesor* dengan *microcontroller*. *Microprosesor* memiliki CPU (*Central Processing Unit*), tanpa memori dan I/O pendukung dari komputer, sedangkan *microcontroller* rata-rata terdiri dari CPU, memori, I/O pendukung, dan unit pendukung seperti ADC (*Analog to Digital Converter*) yang sudah menyatu ke dalam *microcontroller*. Kelebihan dari *microcontroller* yaitu adanya RAM (*Random Access Memory*) dan perangkat I/O pendukung sehingga skala *board microcontroller* menjadi paling ringkas (Dinata & Otto Iskandar, 2016).

2.6 Database

Database merupakan beberapa kumpulan data terhubung yang disimpan secara bersamaan dalam suatu media tanpa suatu kerangkapan data. Data yang telah berhasil disimpan harus seminimal mungkin melakukan data terkontrol (*controlled redundancy*), sehingga proses penambahan data, pengambilan data, dan modifikasi data dapat dilakukan dengan mudah dan terstruktur (Rafie, 2019).

2.7 Cabai

Tanaman cabai merupakan salah satu jenis tanaman perdu yang dapat hidup di lingkungan tropis seperti Indonesia (Nasional, 2008). Tanaman cabai dapat di tanam pada dataran rendah hingga ketinggian \pm 2.000 m dpl dengan memperhatikan kondisi tanah yang subur, gembur dan

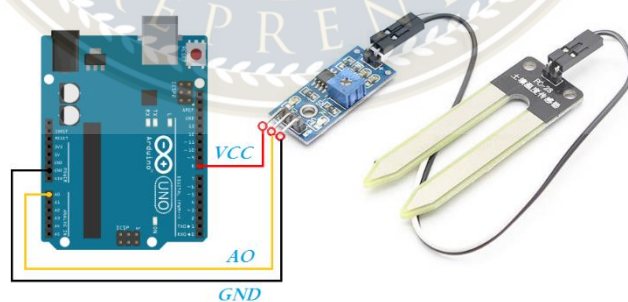
cukup air dan temperatur berkisar 24-27 °C. Untuk pengairan, tanaman cabai memerlukan kadar air yang secukupnya, namun jika air berlebihan maka dapat menimbulkan tingkat kelembaban yang tinggi dan dapat mengakibatkan tumbuhnya jamur. Sedangkan tanah yang terlalu basah dapat membuat akar menjadi busuk, sehingga tanaman cabai akan mati. Sebaliknya, jika tanah kekurangan air, menyebabkan tanaman cabai menjadi kerdil, layu dan mati (Putri, Iqbal, & Suprpto, 2015). Untuk kelembaban tanah pada tanaman cabai membutuhkan *range* antara 50% - 70% RH (P, Soewarto, & Andi, 2000).

2.8 Sensor Kelembaban

Sensor kelembaban atau *soil moisture* YL-69 merupakan sensor yang dapat menilai kadar air kelembaban di dalam tanah. Penggunaannya bisa terbilang cukup mudah, yakni dengan membenamkan sensor ke dalam tanah dan memasukan *source code* ke dalam *board* Arduino, sensor kemudian akan langsung mendeteksi status kelembaban dalam tanah. Nilai kelembaban tanah yang ditampilkan dari sensor sudah dirancang dalam sensor tersebut. Kelebihan dari sensor ini ialah adanya *probe sensor* yang telah dilengkapi lapisan kuning pelindung nikel sehingga nikel di *soil moisture* YL-69 dapat terhindar dari oksidasi yang menimbulkan karat.

Lapisan pada *soil moisture* YL-69 ini bernama ENIG (*Electroless Nickel Immersion Gold*) dimana lapisan ini mempunyai sejumlah manfaat dibandingkan dengan lapisan permukaan sederhana seperti solder, dimana

daya tahan oksidasi kadar air lebih baik di dalam tanah. Semakin berlimpah air menjadikan tanah semakin mudah menyalurkan sirkulasi listrik dimana tingkat resistansi menjadi rendah. Sedangkan semakin sedikit air pada tanah akan sulit menyalurkan sirkulasi listrik dimana tingkat resistansi menjadi tinggi. Pada *soil moisture* YL-69 terdapat tiga pokok pin, yaitu AO (*Analog Output*), GND (*Ground*), dan VCC (*Volt*) (Putri, Iqbal, & Suprpto, 2015). Untuk *soil moisture* YL-69 menggunakan protokol *Inter Integrated Circuit*(I2C) dimana hanya membutuhkan dua jalur untuk berkomunikasi antar perangkat. Dua jalur tersebut adalah *Serial Clock* (SCL) dan *Serial Data* (SDA), SCL merupakan jalur yang digunakan untuk sinkronisasi data transfer pada jalur I2C, sedangkan untuk SDA merupakan jalur untuk data. Jalur SCL dan SDA ini terhubung dengan resistor pull-up (Kendali, 2018). Bentuk fisik dari *soil moisture* YL-69 bisa dilihat pada Gambar 2. 8.



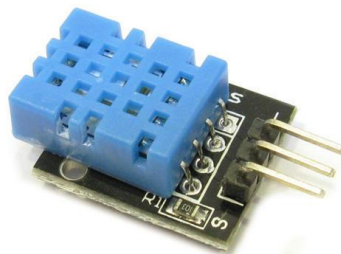
Gambar 2. 8 *Soil moisture* YL-69 (Wardana, 2016)

2.9 Sensor Temperatur DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor temperatur dan kelembaban udara yang sudah dikalibrasi dengan output sinyal digital yang kompleks. Sensor DHT11 ini melingkupi pengukuran kelembaban resistif, perangkat pengukur temperatur NTC, dan menyambungkan ke kinerja 8-bit *microcontroller*. Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kualitas terbaik, *fast response*, minimnya mengalami hambatan, dan mampu mengurangi beban biaya kinerja (Putri, Iqbal, & Suprpto, 2015). Sensor DHT11 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. *Voltage* : 5V.
2. Jarak rentang temperatur: 0-50 °C tingkat kesalahan ± 2 °C.
3. Kelembaban: 20-90% RH tingkat kesalahan ± 5 % RH
4. Tampilan *output*: Digital (Susanto, Pramana, & Mujahidin, 2013)

Untuk sensor DHT11 menggunakan protokol *Inter Integrated Circuit* (I2C) dimana hanya membutuhkan dua jalur untuk berkomunikasi antar perangkat. Dua jalur tersebut adalah *Serial Clock* (SCL) dan *Serial Data* (SDA), SCL merupakan jalur yang digunakan untuk sinkronisasi data transfer pada jalur I2C, sedangkan untuk SDA merupakan jalur untuk data. Jalur SCL dan SDA ini terhubung dengan resistor pull-up (Kendali, 2018). Bentuk fisik dari Sensor DHT11 bisa dilihat pada Gambar 2. 9.



Gambar 2. 9 Sensor DHT11 (Jain, 2014)

2.10 Arduino Ethernet Shield

Arduino Ethernet Shield merupakan sebuah modul Arduino yang berfungsi untuk menghubungkan Arduino *board* ke jaringan komputer. Kemampuan Arduino Ethernet Shield ini berbasis Wiznet W5100 dimana mampu menyediakan *IP Address*, TCP, dan UDP yang mendukung sampai empat koneksi socket secara simultan. Arduino Ethernet Shield mempunyai standar RJ-45 koneksi, memiliki transformator yang terintegrasi dengan *enabled Power over Ethernet* (PoE). Arduino Ethernet Shield ini mempunyai *card slot* microSD yang tertanam sehingga berfungsi untuk menyimpan file guna melayani proses melalui jaringan komputer (Handoko, Hermawan , & Nasucha, 2018).

Bentuk fisik dari Sensor Arduino Ethernet Shield bisa dilihat pada Gambar 2. 10.



Gambar 2. 10 Arduino Ethernet Shield

2.11 Kipas

Kipas merupakan motor yang berpusat dalam hub dan posisi rotor di luar stator dengan bilah kipas. Kipas memiliki daya frekuensi 50-60 Hz dengan kecepatan konstan ± 2700 rev/min, dan mempunyai input daya 10 sampai 50 Watt. Kipas dengan tegangan dc rendah 5 V, 12 V, atau 24 V memiliki brushless motor dengan pendeteksi posisi efek Hall pada rotor. Kipas jenis ini biasanya memiliki daya yang lebih kecil yaitu 1-10 W dan kecepatan 3000-5000 rev/min. Biasanya kipas jenis ini digunakan untuk mendinginkan papan sirkuit secara langsung, dan juga memiliki kelebihan yaitu kecepatannya dapat dikontrol melalui tegangannya (Hughes & Drury, 2013).

2.12 Heater

Heater atau pemanas merupakan alat yang berguna dalam menaikkan temperature suatu ruangan maupun material. Energi panas yang dikeluarkan berasal dari hasil pembakaran biasa disebut dengan *fire heater*. Secara luas, alat ini terbuat dari *metal housing* (logam) yang dilapisi dengan *refractory* di bagian dalam untuk lapisan panas sehingga panas yang dihasilkan tidak terbuang keluar. Dari fungsinya, *heater* ini dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu *heater* untuk menghangatkan atau menguapkan, *heater* untuk memberikan panas reaksi pada *feed reactor*, heater untuk

memanaskan material sehingga dapat mengubah bentuk fisiknya (Azalia & Ahda, 2016).

2.13 Pupuk Organik

Penggunaan pupuk organik memiliki beberapa manfaat bagi kesuburan tanah dan tanaman. Juga memperbaiki kondisi kimia, fisika, dan biologi pada tanah. Kemampuan pupuk organik untuk mengikat air dapat meningkatkan porositas tanah sehingga memperbaiki pertumbuhan pada akar tanaman. Penggunaan pupuk organik tidak menyebabkan residu pada hasil panen sehingga tidak membahayakan bagi manusia dan lingkungan. Dari beberapa penelitian menunjukkan adanya pengaruh positif kompos terhadap pertumbuhan dan produksi pertanian. Kompos dapat meningkatkan produksi, diantaranya jagung, mentimun, kubis, wortel, dan cabai (Sentana, 2010).

2.14 Kapur Dolomit

Penggunaan kapur dolomit pada tanah dapat menetralkan zat-zat yang beracun, meningkatkan proses penyerapan zat-zat hara, dan mengemburkan tanah. Ada beberapa cara penggunaan kapur dolomit ini yaitu dengan disebar, dimasukkan ke dalam lubang, dicampur dengan pupuk ZA. Untuk dosis yang diberikan dari kapur dolomit ini dapat menetralkan tanah sehingga menjadikan kesuburan tanah terjaga (Aji, 2016).