

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian ini mengenai optimasi kinerja *wet scrubber* berbantuan sensor amonia berbasis elektrokimia bertujuan untuk menerapkan sensor amonia untuk membantu scrubber basah di industri karet remah. Alat ini dirancang dengan mikrokontroler berbasis arduino untuk mengatur jumlah semprotan air pada scrubber basah, dan diharapkan dapat meningkatkan kinerja *scrubber* basah dengan meningkatkan efisiensi pengikatan amonia. Perhitungan efisiensi dilakukan dengan menganalisa pembacaan scrubber inlet dan outlet menggunakan sensor amoniak. Sensor ammonia yang digunakan yaitu sensor MiCS-5524. Hasil dari penelitian ini optimasi ini dapat meningkatkan efisiensi pengikatan amonia sebesar 20% dari 47% menjadi 66,96% dan dapat menghemat penggunaan air semprot sebesar 61,90%. Penghematan semprotan air berdampak langsung pada pengurangan beban pengolahan air limbah[6].

Pada penelitian ini yang dilakukan oleh Tarra Indira Kusuma pada tahun 2019 tentang pengujian kualitas gas CO dan NOx di perkotaan Semarang. Masalahnya, stasiun pemantauan kualitas udara (SPKU) di kota Semarang tidak aktif karena biaya perawatan yang mahal. Dengan memakai sensor MQ-7 dan MQ-135 yang terhubung dengan mikrokontroler ATmega 2560. Protoitpe tersebut dapat digunakan sebagai pemantau kualitas udara dan data penunjang tentang kualitas udara di Kota Semarang. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa Deteksi Gas CO dan NOx ini berkerja sesuai dengan fungsinya. Hasil persentase eror pada sensor MQ-7 sebesar 6,89% dengan keakuratan alat sebesar 93,11%, sedangkan untuk sensor MQ-135 mempunyai persentase eror sebesar -3,7% dengan keakuratan alat sebesar 103,7%[7].

Penelitian yang dilakukan oleh Tigor Hamonangan Nasution dan Lukman Adlin Harahap tentang Prediksi Persentase Kesalahan Pembacaan Sensor Suhu LM35 Menggunakan Analisis Regresi Linier Sederhana. Perkembangan embedded sistem untuk monitoring saat ini berkembang pesat, seringkali dengan berkembangnya *Internet of Things* (IoT). Sistem pemantauan yang banyak digunakan adalah sistem pemantauan suhu. Sensor suhu LM35 banyak digunakan

dalam desain sistem untuk membaca suhu lingkungan secara otomatis. Pada hasil perancangan, data suhu yang dibaca oleh sensor termasuk persentase kesalahan pembacaan data. Dalam penelitian ini, kami membuat persamaan regresi linier sederhana untuk memprediksi persen kesalahan dalam hal waktu yang dibutuhkan sensor untuk membaca data suhu. Pada langkah pertama, kami merancang sistem tertanam sederhana menggunakan Arduino dan sensor suhu LM35. Selain itu, pengukuran dilakukan setiap 5 menit pada interval tertentu. Konstanta dan koefisien regresi dihitung dari data terukur dengan menentukan waktu sebagai variabel terikat (variabel faktor penyebab) dan persentase kesalahan sebagai variabel bebas (variabel prediktif). Hasil penelitian memberikan nilai konstanta sebesar 5,56 dan koefisien regresi sebesar -0,014[8].

Pada pengujian yang dilakukan oleh Yoga Alif Kurnia Utama tahun 2021 mengenai sistem peringatan dini menggunakan sensor ketinggian air sungai berupa dua papan sirkuit yang menghasilkan nilai kapasitansi ketika direndam dalam air pada kedalaman tertentu. Metode yang digunakan adalah regresi linier dan regresi polinomial. Hasilnya, kami menemukan bahwa persentase pengukuran yang dihasilkan oleh regresi linier adalah 25,45% dan persentase pengukuran yang dihasilkan oleh regresi polinomial adalah 13,61%[9]

Pencemaran ini dapat membahayakan kesehatan, sehingga diperlukan peralatan untuk memantau kondisi udara dan air di badan air tersebut. Autonomous Surface Vehicle (ASV) adalah robot laut yang dapat bergerak secara otomatis dari satu titik ke titik lain menggunakan metode waypoint. ASV dilengkapi dengan sensor gas MQ-7 untuk sistem penentuan posisi global (GPS), karbon monoksida (CO), dan keasaman (pH). ASV dapat menavigasi perairan dengan medan yang sulit diakses manusia. Setelah posisi ditentukan, kapal secara otomatis bergerak untuk menguji kadar gas CO (dalam ppm) dan keasaman air (dalam pH) secara real time di sekitar lokasi kapal. Data hasil pengukuran dikirim langsung ke pengguna melalui radio telemetri. Hasil pengujian sistem ini dilakukan di danau yang menunjukkan bahwa ASV dapat dipindahkan secara otomatis atau manual untuk mengambil data sensor. Saat mengukur data dari sensor gas CO<sub>2</sub> menggunakan metode regresi polinomial, rata-rata errornya adalah 5% [10].

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1 Metode Regresi polinomial

Regresi polinomial merupakan regresi linier berganda yang dibentuk dengan menjumlahkan pengaruh variabel prediktor (X) yang dipangkatkan secara meningkat sampai orde ke-k. Regresi polinomial merupakan teknik yang didasari penggunaan model linier ketika dataset yang dianalisis bersifat tidak linier dengan data aslinya. Konsepnya yaitu melakukan modifikasi data sesuai pola hubungan antara variabel dependent (x) dan independent (y). Persamaan regresi polinomial yang memodelkan hubungan antara variabel terikat (y) dan variabel bebas (x) sebagai polinomial derajat ke-n. Untuk menentukan fungsi polinomial yang paling sesuai dengan kumpulan titik data (xn,yn) yang diketahui. Berikut merupakan fungsi pendekatan persamaan regresi polinomial:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_nx^n \dots\dots\dots (2.2)$$

Fungsi polinomial merupakan fungsi kuadratik, yang mana nilai variabel independen ada yang bernilai pangkat 1, pangkat 2, pangkat n dan seterusnya.

Persamaan polinomial orde empat didapatkan hubungan sebagai berikut:

$$na_0 + (\sum x_i) a_1 + (\sum x_i^2) a_2 + (\sum x_i^3) a_3 + (\sum x_i^4) a_4 = \sum y_i \dots\dots\dots (2.3)$$

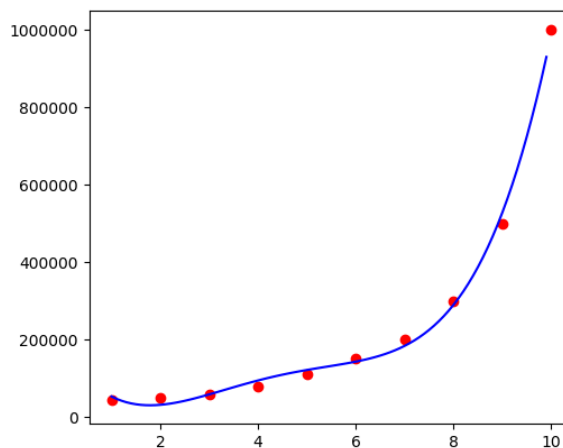
$$(\sum x_i) a_0 + (\sum x_i^2) a_1 + (\sum x_i^3) a_2 + (\sum x_i^4) a_3 + (\sum x_i^5) a_4 = \sum x_i y_i \dots\dots (2.4)$$

$$(\sum x_i^2) a_0 + (\sum x_i^3) a_1 + (\sum x_i^4) a_2 + (\sum x_i^5) a_3 + (\sum x_i^6) a_4 = \sum x_i^2 y_i \dots\dots (2.5)$$

$$(\sum x_i^3) a_0 + (\sum x_i^4) a_1 + (\sum x_i^5) a_2 + (\sum x_i^6) a_3 + (\sum x_i^7) a_4 = \sum x_i^3 y_i \dots\dots (2.6)$$

$$(\sum x_i^4) a_0 + (\sum x_i^5) a_1 + (\sum x_i^6) a_2 + (\sum x_i^7) a_3 + (\sum x_i^8) a_4 = \sum x_i^4 y_i \dots\dots (2.7)$$

Model regresi polinomial ordo 4 memiliki 5 persamaan, dibawah ini adalah gambar grafik model regresi polinomial ordo 4.



Gambar 2. 1 Grafik Regresi Polinomial

### 2.2.2 Sensor Amonia

Sensor gas adalah perangkat elektronika yang mampu memperoleh sinyal listrik berdasarkan interaksi dengan senyawa kimia, seperti gas atau uap senyawa organik. Amonia merupakan larutan kimia dengan rumus  $\text{NH}_3$ . Kebanyakan larutan ini didapati berupa gas dengan bau yang tajam yang khas biasa disebut bau amonia. Salah satunya sensor MiCS-5524 sapat mendeteksi adanya gas amonia. Pada umumnya sensor ini terdiri dari tabung aluminium yang dilengkapi oleh silikon dan di tengahnya terdapat elektroda Aurum dengan elemen pemanas. Berikut tabel efek kesehatan yang ditimbulkan tiap kadar gas amonia. Dibawah ini merupakan tabel 2.1 data efek kesehatan amonia[11].

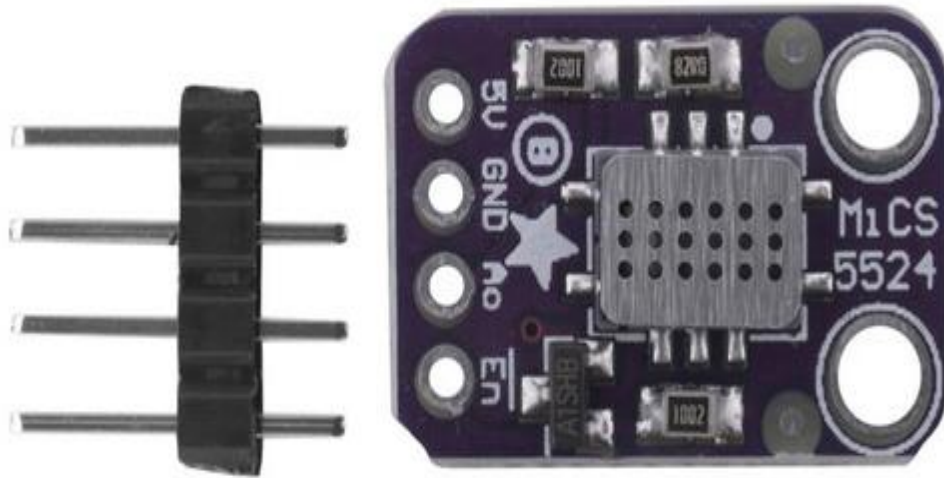
Tabel 2. 1Data Pengaruh Kesehatan Amonia[11]

Kadar (ppm)	Respon Kesehatan
24 – 50	Iritasi mata dan saluran pernapasan atas setelah sepuluh menit paparan
51 - 130	Iritasi hidung dan tenggorokan
500 - 1720	Perubahan tingkat pernapasan dan timbul batuk
2500 - 6500	Sesak napas dengan cepat, luka bakar pada mata, wajah, dan mulut.
Di atas 10000	Edema paru, berpotensi fatal akumulasi cairan di paru-paru serta kematian

### 2.2.3 Sensor MiCS-5524

Sensor MiCS-5524 merupakan sensor MEMS yang kuat untuk mendeteksi kebocoran karbon monoksida dalam ruangan dan gas alam, serta dapat juga sebagai pemantauan kualitas udara dalam ruangan, atau pemeriksa dan deteksi dini kebakaran. Mampu mengukur dan mendeteksi senyawa organik yang relatif mudah menguap, misalnya dengan mendeteksi perubahan lingkungan yang menyebabkan perubahan hambatan listrik. Sensor dapat mengukur hampir semua gas pereduksi dan atau aromatik: seperti amonia, karbon monoksida, hidrogen sulfida, dll., serta semua senyawa yang tercantum di atas. Di bawah ini terdapat gambar 2.2

merupakan sensor MiCS-5524 dan tabel 2.2 adalah karakteristik sensor MiCS-5524, sedangkan tabel 2.3 merupakan parameter sensor MiCS 5524[12].



Gambar 2.2 Sensor MiCS-5524[12]

Tabel 2. 2 Karakteristik Sensor MICS 5524[13]

Rating	Symbol	Value / Range	Unit
Disipasi Daya Pemanas Maksimum	P	88	mW
Disipasi Daya Lapisan Sensitif Maksimum	P	8	mW
Arus Pemanas Pasokan Tegangan Rentang	Vsupply	4.9 – 5.1	V
Rentang Kelembaban Relatif	RH	5 – 95	%RH
Suhu Operasi Sekitar	Tamb	-30 – 85	°C
Kisaran suhu penyimpanan	Tsto	-40 – 120	°C
Kisaran Kelembaban Penyimpanan	RHsto	5 - 95	%RH

Tabel 2. 3 Parameter Sensor MiCS-5524

Parameter	Simbol	Tipe	Min	Max	Unit
Daya Pemanas	P <sub>H</sub>	76	71	81	mW
Tegangan Pemanas	V <sub>H</sub>	2,4	-	-	V
Arus Panas	I <sub>H</sub>	32	-	-	mA
Tahan Panas Pada Daya Nominal	R <sub>H</sub>	74	66	82	Ω

#### 2.2.4 Amonia Gas Detector AR8500

*Smart* Sensor Ammonia Gas Detector AR8500 merupakan alat yang mendeteksi keberadaan gas di suatu tempat, seringkali sebagai bagian dari sistem keselamatan. Dibawah ini adalah gambar *Smart* Sensor Amonia Gas Detector AR8500[14].



Gambar 2.3 Ammonia Gas Detector AR8500[14]

Jenis perangkat ini berfungsi untuk mendeteksi kebocoran gas dengan sistem kontrol sehingga proses dapat secara otomatis dimatikan. Detektor gas bisa membunyikan alarm kepada operator pada area di mana kebocoran sedang terjadi, memberi peringatan sehingga ada kesempatan untuk pergi. Alat ini sangat penting karena ada beberapa gas yang bisa membahayakan kehidupan masyarakat.

Spesifikasi *Smart* Sensor Ammonia Gas Detector AR8500:

- Deteksi Gas Amoniak (NH<sub>3</sub>)
- Rentang pengukuran: 0 - 100PPM
- Resolusi: 0.1PPM
- Akurasi: 0.5PPM
- Waktu respons: <2 menit

- Waktu pemulihan: <2 menit
- Untuk alarm akustik, alarm ganda optik, dapat mengatur nilai alarm, suara alarm dibagi menjadi 80dB[14]

### 2.2.5 Kalibrasi

Kalibrasi adalah prosedur yang digunakan untuk menentukan nilai yang tepat dari alat ukur tertentu. Kalibrasi dengan cara membandingkan alat ukur yang dikontrol dengan standar pengukuran yang sesuai yang diketahui memiliki nilai metrologi yang lebih tinggi. Selain itu, untuk menentukan nilai pengukuran acuan yang akan digunakan, standar tersebut juga harus dikalibrasi dengan standar akurasi yang lebih tinggi. Maka dari itu, setiap alat ukur dapat dilacak dari tingkat ketelitiannya hingga tingkat standar internasional atau nasional. Nilai yang berhubungan dengan kinerja alat ukur atau bahan acuan dapat ditentukan dari proses kalibrasi. Hal ini dicapai dengan perbandingan langsung dengan referensi bersertifikat atau standar pengukuran [15].

### 2.2.6 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang membuat sketsa pemrograman. Arduino IDE adalah *software* yang mendukung pemrograman pada disk yang Anda inginkan. Arduino IDE ini tidak hanya untuk memprogram disk Arduino UNO, tetapi juga untuk memprogram disk lain seperti Arduino Nano, Arduino Genio, Mappi32, nodeMCU, dll. Arduino IDE berfungsi untuk membuat, mengedit, mengunduh, serta mengkodekan beberapa program. Arduino IDE didesain dari bahasa pemrograman JAVA, dilengkapi dengan *C/C library (wiring)*, menunjang fungsi *input* atau *output*. *Sketch* adalah program yang ditulis dengan Arduino IDE. Draf yang disimpan memiliki ekstensi file *ino*[16].

Dibawah ini adalah pengenalan mengenai *software* Arduino IDE[16]:

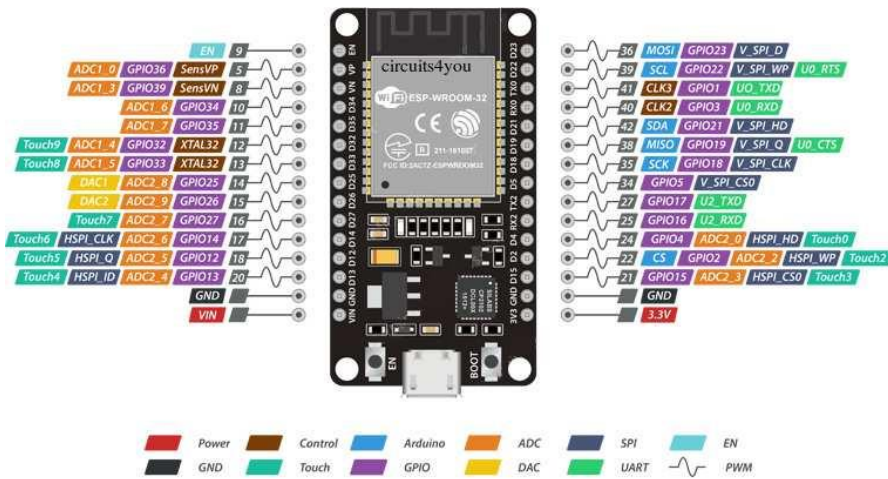
- *Verify Code* memiliki fungsi untuk mengecek code apakah ada yang eror atau sudah benar.
- *Upload* digunakan untuk mengisi program yang sudah diketik pada *software* Arduino IDE ke papan Arduino.
- *New Sketch* digunakan untuk membuat halaman sketch atau code yang baru.

- *Open Sketch* memiliki fungsi untuk membuka sketch atau code yang sudah ada. Contohnya *file* yang berekstensi .ino
- *Save Sketch* digunakan untuk menyimpan *sketch* atau kode yang kita edit maupun kita ingin simpan agar aman.
- *Serial Monitor* memiliki fungsi untuk menampilkan serial monitor untuk membaca komunikasi serial RX TX antara laptop atau PC dengan *board* Arduino.
- *Void Setup* digunakan untuk wadah menuliskan setingan pin hingga setingan *library* (fungsi khusus).
- *Void Loop* memiliki fungsi untuk menjalankan program atau kode secara berulang tanpa batas.
- Keterangan Aplikasi adalah sebagai indikator keberhasilan atau eror.
- *Konsole Log* yaitu sebagai log saat melakukan compile maupun upload code/sketch ke papan Arduino.
- *Line Number Sketch* yaitu sebagai tanda cursor komputer berada pada baris beberapa.
- Info *Board* dan *Port* Koneksi adalah sebagai indikator bahwa setingan PC atau laptop sudah terhubung ke papan Arduino yang benar sesuai dengan tipe papan Arduino[16].

### 2.2.7 Modul ESP32

ESP32 didesain untuk perangkat seluler seperti, elektronik *portabel*, dan aplikasi *Internet of Things* (IoT). Seperti pada gambar 2.4 ESP32 mempunyai berbagai fitur canggih dari chip berdaya rendah, termasuk *port* jam tak terbatas, beberapa mode daya, dan penskalaan daya dinamis. Contohnya, dalam skenario aplikasi pusat sensor IoT berdaya rendah, ESP32 hanya aktif secara berkala pada saat kondisi tertentu terdeteksi. Siklus tugas rendah berfungsi untuk mengurangi jumlah energi yang dikonsumsi oleh *chip*. *Output* dari power *amplifier* bisa disesuaikan sesuai kebutuhan, yang berkontribusi pada kompromi maksimal antara interval komunikasi, kecepatan transfer data, dan konsumsi daya [17].





ESP32 Dev. Board Pinout

Gambar 2.4 ESP32[17]

Karakteristik Modul ESP32-wroom-32 [17]:

- Microprosesor *Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6*
- *Freq Clock up to 240 MHz*
- SRAM 520 kB
- *Flash memori 4 MB*
- *11b/g/n WiFi transceiver*
- *Bluetooth 4.2/BLE*
- 48 pin GPIO
- 15 pin *channel ADC*
- 25 pin PWM
- 2 pin *channel DAC (Digital to Analog Converter)*

Fitur yang terdapat pada ESP32 terdiri dari:

- Total pin: 30 berupa pin tegangan dan GPIO.
- 15 pin ADC
- 3 *UART Interface*
- 3 *SPI Interface*
- 2 *I2C Interface*
- 16 pin PWM (*Pulse Width Modulation*)
- 2 pin DAC (*Digital to Analog Converter*)[17]

### 2.2.8 ADS 1115

ADS1115 adalah modul berfungsi untuk membaca nilai *Analog To Digital Converter* (ADC) dengan komunikasi I2C yang memiliki resolusi samapi 16-bit yang terdapat 4 *channel*. Rangkaian ini memperkirakan kuatnya sinyal pada input analog untuk mengambil pembacaan nilai dari rentang ADC, dengan semua kontrol ini dilakukan secara digital melalui register internal yang diakses oleh I2C. ADS1115 menyertakan *multiplexer input*, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah. Empat sinyal diferensial tunggal atau ganda dapat diukur. Selain itu pada tabel 2.3 menjelaskan deskripsi pin, serta gambar 2.5 merupakan AIN0 dan AIN1 dapat diukur secara berbeda untuk AIN3. *Multiplexer* dikonfigurasi dengan tiga bit dalam *register* konfigurasi. Ketika sinyal yang tidak seimbang diukur, *input* negatif dari ADC dihubungkan secara internal ke sakelar GND di dalam *multiplexer*. *Overload input* yang tidak digunakan pada ADS1115 dapat mempengaruhi transisi yang terjadi pada pin *input* lainnya. Jika *input* yang tidak digunakan dapat kelebihan beban, Anda harus memblokir sinyal dengan dioda schottky eksternal[18].

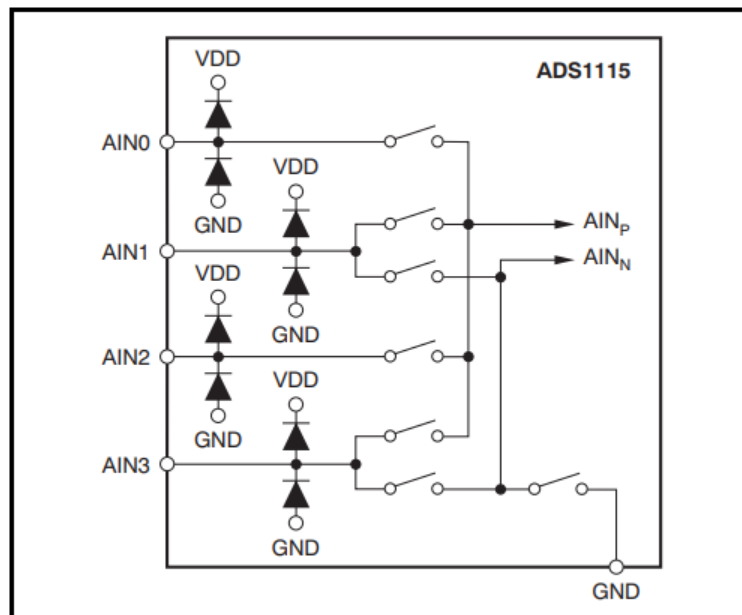
Spesifikasi modul ADS 1115[18]:

- Memiliki 4 Channel ADC (A0, A1, A2, A3)
- Mempunyai resolusi ADC – 16 Bit
- Dengan komunikasi antarmuka I2C (SDA, SCL)
- *Range* Tegangan operasional pada 2.0 – 5.5 Vdc
- *Range* Tegangan masuk pada *channel* adc: 0 ~ VDD
- *Continuous Mode*: Hanya 150 uA
- Mempunyai tingkat pengambilan sampel dengan rentang antara 8 ~ 860 sps (*sampling per second*)
- Alamat I2C 7-bit pada 0x48 ~ 0x4B
- *Single-Shot Mode: Auto Shut-Down*[18]

Tabel 2. 4 Deskripsi Pin ADS1115[18]

Pin Name	Pin Description
ADDR	Pilih Alamat I2C
ALERT/RDY	Output Atau Konversi Komparator Digital
GND	<i>Ground</i>

AIN0	Saluran Deferensial 1 : Input Saluran 1 Ujung Tunggal atau Input Negatif
AIN1	Saluran Deferensial 2: Input Saluran 1 Ujung Tunggal atau Input Negatif
AIN2	Saluran Deferensial 3: Input Saluran 1 Ujung Tunggal atau Input Negatif
AIN3	Saluran Deferensial 4: Input Saluran 1 Ujung Tunggal atau Input Negatif
VDD	Catu daya: 2.0V hingga 5.5V
SDA	Data serial: Mengirim dan menerima data (digunakan untuk komunikasi I2C)
SCL	Input jam serial: Data jam pada SDA (digunakan untuk komunikasi I2C)



Gambar 2.5 ADS1115 Mox[18]

### 2.2.9 Step-down LM-2596

Tegangan *input* dapat disuplai dengan tegangan apa pun mulai dari 3 volt Sampai 40volt DC, akan diubah menjadi tegangan ke yang lebih rendah antara 1,5volt hingga 35volt DC. Modul *stepdown* LM2596 dapat dilihat pada gambar dibawah ini[19].



Gambar 2.6 *Step-down* LM-2596[19]

Modul *step-down* LM2596 adalah komponen tambahan yang diperlukan SIM800L yang memiliki fungsi sebagai penurun tegangan dari Arduino, seperti pada gambar 2.6[19].