

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Perancangan alat untuk mengukur suhu dan ketinggian medium tertentu sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju terdapat pengembangan dari alat tersebut, baik jenis sensor, mikrokontroler yang digunakan, objek yang diukur dan medium yang digunakan.

Pada tabel 2.1., telah dilakukan penelitian terdahulu sebelum penelitian ini dibuat, yaitu:

Tabel 2.1. Penelitian terdahulu

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1.	Arif Ainur Rafiq	2018	Implementasi LabView sebagai <i>Interface</i> dengan Arduino Uno untuk Kontrol dan <i>Monitoring</i> Jarak, Suhu dan Pergerakan <i>2WD Mobile Robot</i>	Merancang sistem kontrol dan <i>monitoring</i> integrasi antara <i>mobile robot</i> dengan LabView	Alat <i>prototype</i> tersebut dapat menampilkan data hasil pengukuran suhu dan jarak serta hasilnya dapat ditampilkan di LabView
2.	Arif Irawan	2017	Rancang Bangun Sistem <i>Monitoring</i> Pengukuran Bahan Bakar Minyak pada Tangki Pendam	Merancang sebuah <i>prototipe</i> sistem <i>monitoring</i> pengukuran bahan bakar	Sebuah <i>prototipe</i> dapat menampilkan data hasil pengukuran di <i>Visual</i>

Tabel 2.1. Penelitian terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
			SPBU	minyak menggunakan ultrasonik HC-SR05 sebagai pendeteksi ketinggian air	<i>Basic</i>
3.	Indra Kurniawan	2015	Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) dan Temperatur pada Generator Menggunakan SMS berbasis Pengendali Mikro	Merancang sistem dengan menggunakan aplikasi gelombang ultrasonik dengan cara <i>time of light</i> , <i>transmitter</i> , <i>receiver</i> ultrasonik yang berbasis mikrokontroler ATmega8535	Sebuah <i>prototipe</i> dapat menampilkan bahan bakar minyak yang ada di dalam tangki pendam pada LCD
5.	Muhamad Yusvin Mustar, Rama Okta Wiyagi	2015	Implementasi Sistem Monitoring Deteksi Hujan dan Suhu Berbasis Sensor secara <i>Real Time</i>	Merancang suatu sistem untuk mendeteksi hujan dan suhu berbasis sensor secara <i>real time</i>	Antarmuka berbasis <i>Graphical User Interface</i> (GUI) berbasis JAVA untuk

Tabel 2.1. Penelitian terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					menerima data dan memonitoring perangkat PC/laptop

Pada penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah prototipe sistem kontrol dan monitoring suhu yang menggunakan *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler, sensor Ping untuk mendeteksi jarak, dan sensor NTC *thermistor* untuk mengukur suhu ruangan. Selain itu, *software* yang digunakan adalah *Arduino IDE* untuk memprogram dan *LabVIEW* sebagai menampilkan data hasil pengukuran. Medium yang digunakan adalah bensin *pertalite*.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. BBM

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari pengilangan minyak bumi. Bahan bakar minyak yang dihasilkan, antara lain: bensin, solar, minyak tanah, dan lain-lain. BBM ini mendapatkan subsidi dari pemerintah sehingga harga BBM ini dapat terjangkau oleh masyarakat dan ketersediaan BBM ini dijamin oleh pemerintah juga.

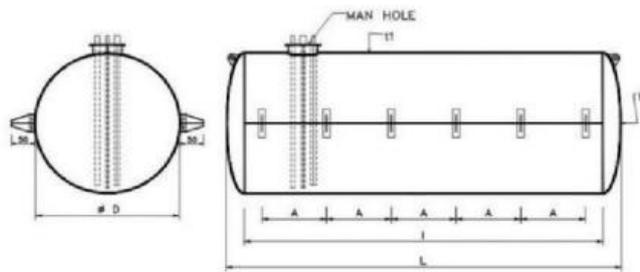
BBM ini memiliki zat aditif yang digunakan untuk meningkatkan nilai oktan yang disebut *Research Octane Number*. Nilai oktan merupakan suatu nilai yang menunjukkan sifat anti ketukan (detonasi). Sifat anti ketukan (detonasi) berarti semakin tinggi angka oktan yang melebihi batas yang diinginkan maka akan timbul tekanan sehingga menyebabkan kerusakan. RON (*Research Octane Number*) terbagi menjadi 3, yaitu:

Tabel 2.2. Nilai Oktan dan Densitas BBM

No.	Karakteristik	Premium	Pertalite	Pertamax Plus
1.	Research Octane Number (RON)	88	90	95
2.	Densitas (kg/m^3 at 15°C)	780	715-770	770

2.2.2. Tangki Pendam

Tangki pendam merupakan wadah penyimpanan Bahan Bakar Minyak (BBM) di SPBU yang terletak di bawah tanah. Berikut ini gambar tangki pendam:



Gambar 2.1. Tangki Pendam
(M Saputra Tambun, dkk, 2015)

Operator yang mengukur tangki pendam biasanya menggunakan alat ukur *deepstick*. Alat ukur *deepstick* adalah alat untuk mengukur kedalaman tangki pendam atau tangki ukur mobil.



Gambar 2.2. *Deep stick*
(www.duniaflowmeter.com)

Pengukuran BBM yang dilakukan dengan alat ukur deepstick masih kurang efisien sehingga lebih baik pengoperasiannya menggunakan sensor. Salah satu sensor yang digunakan adalah sensor Ping. Dengan menggunakan sensor tersebut untuk memudahkan operator untuk mengukur tangki pendam.

2.2.3. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan suatu produk yang berlabel arduino yang terdiri dari papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega 328. Salah satu aplikasi penggunaan arduino ini yaitu pengendalian alarm kebakaran. Pemrograman Arduino ini dapat diperasikan menggunakan *software Arduino IDE* pada komputer.

Berikut ini spesifikasi dari arduino uno:

1. Mikrokontroler : Atmega328
2. Tegangan beroperasi : 5V
3. Tegangan *input* : 7-12V
(direkomendasikan)
4. Tegangan *input* (membatasi) : 6-20V
5. Pin digital *I/O* : 14 (dimana 6 menyediakan *output* PWM)
6. Pin analog *input* : 6
7. Arus DC per *input I/O* : 40mA
8. Arus DC untuk pin 3.3V : 50mA
9. Memori flash : 32 KB (0,5 KB yang digunakan oleh *bootloader*)
10. SRAM : 2 KB (Atmega328)
11. EEPROM : 1 KB (Atmega328)
12. Kecepatan pewaktuan : 16 MHz

Berikut ini gambar Arduino Uno:



Gambar 2.3. Arduino Uno

Input dan Output

Input dan *output* terdiri dari 14 pin digital pada *Arduino Uno*, menggunakan *pinMode ()*, fungsi *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*. Pin-pin beroperasi pada 5 volt. Setiap pin dapat menyediakan atau menerima maksimal arus sebesar 40 mA dan memiliki resistor *pull-up internal* (terputus secara *default*) 20-50 KOhms. Di

Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- a. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX) dapat berfungsi sebagai penerima (RX) dan pengirim (TX) data serial TTL. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari *chip serial ATmega8U2* USB ke TTL.
- b. Interupsi eksternal: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada rendah nilai, peningkatan atau penurunan, atau perubahan nilai. Lihat fungsi *attachInterrupt ()* untuk rincian.
- c. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan *output* PWM 8 bit dengan fungsi *analogWrite ()*.
- d. SPI: 10 (SS), 11 (MIA), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan pustaka SPI.

- e. LED: 13. Ada *built-in* LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH, maka LED menyala, saat pin RENDAH akan mati.

Arduino Uno memiliki 6 *input* analog, diberi label A0 sampai A5, masing-masing memberikan resolusi 10 bit (mis. 1024 nilai berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- a. TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL.
Ada beberapa pin lainnya di papan:
- b. AREF: tegangan referensi untuk *input* analog yang digunakan dengan *analogReference ()*.
- c. Reset: digunakan untuk menambahkan tombol reset ke perisai yang menghalangi yang ada di papan.

Komunikasi

Arduino Uno dapat berkomunikasi dengan komputer, *Arduino* lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V), yaitu tersedia pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Komunikasi serial adalah penghubung antara *Arduino* dan komputer yang menggunakan USB sebagai penghubung. ATmega16U2 di papan saluran serial ini dapat berkomunikasi melalui USB dan muncul sebagai *port com virtual* ke *software* di komputer. The '16U2 *firmware* menggunakan *driver* USB COM standar, dan tidak diperlukan *driver* eksternal.

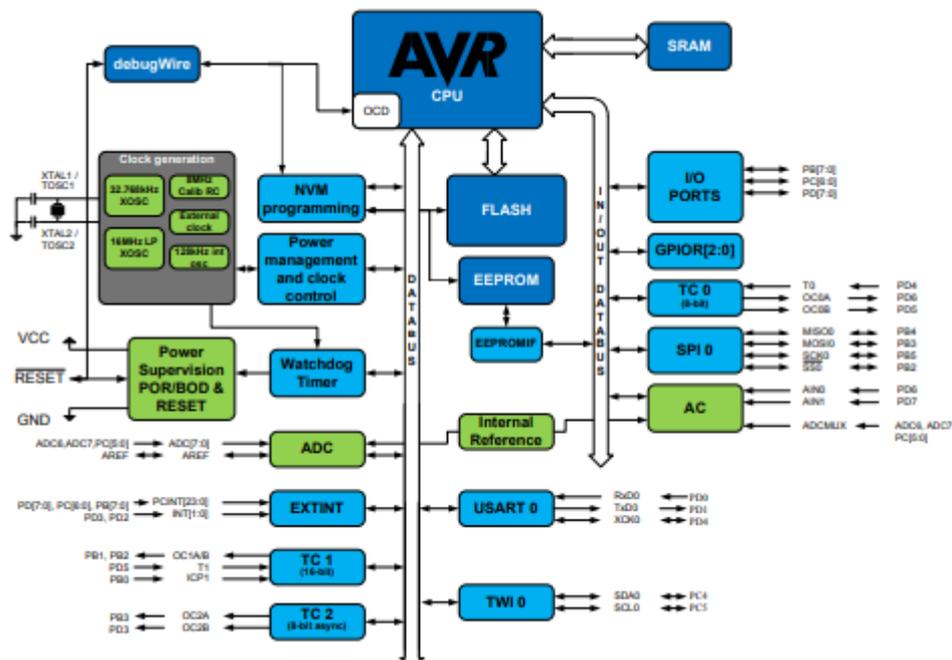
2.2.4. ATmega 328

ATmega328 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit yang berdaya rendah berdasarkan AVR yang kemudian disempurnakan oleh arsitektur RISC. Karena menjalankan instruksi yang kuat dalam satu siklus pewaktu, ATmega328 dapat mencapai mendekati 1MIPS per MHz. Memberdayakan sistem perancangan ini untuk mengoptimalkan perangkat untuk daya konsumsi melawan pemrosesan kecepatan.

Spesifikasi dari ATmega 328 antara lain:

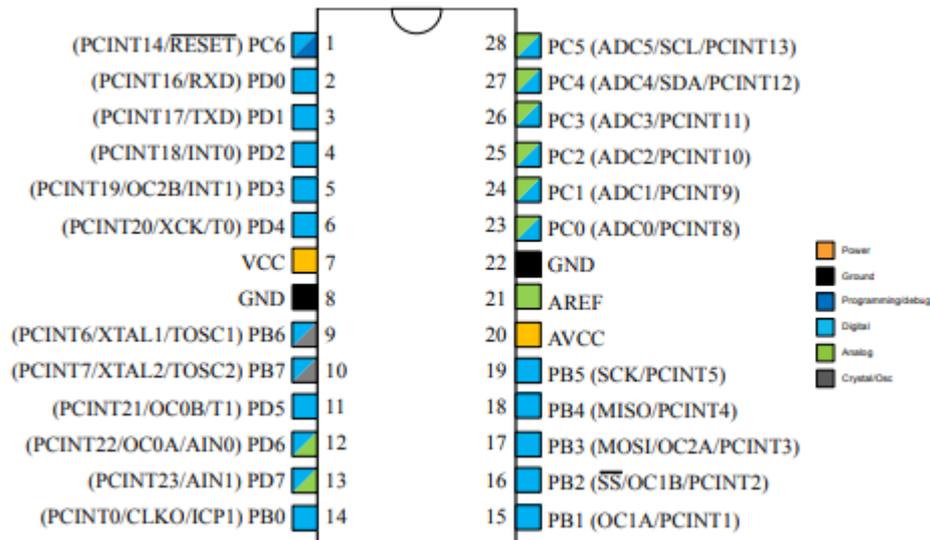
1. Pin Count : 28/32
2. Flash (Bytes) : 32K
3. SRAM (Bytes) : 2K
4. EEPROM : 1K
5. General Purpose I/O lines : 23
6. SPI : 2
7. TWI (I²C) : 1
8. USART : 1
9. ADC : 10-bit 15KSPS
10. ADC Channels : 8
11. 8-bit Timer/Counter : 2
12. 18-bit Timer/Counter : 1

Berikut ini adalah blok diagram dari ATmega 328:



Gambar 2.4. Diagram blok ATmega 328

Dibawah ini merupakan pin-out dari ATmega 328:



Gambar 2.5. Pin-out ATmega 328

Pin-out ATmega 328 terdiri dari beberapa pin, antara lain:

1. VCC adalah tegangan penyedia digital
2. GND adalah *ground*.
3. Port B adalah jalur data 8-bit yang digunakan sebagai I/O (dipilih untuk setiap bit). Fungsi dari port B, antara lain:
 - a. ICP1 (PB0) memiliki kegunaan sebagai *timer counter 1 pin input capture*.
 - b. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) digunakan sebagai keluaran PWM.
 - c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) adalah jalur komunikasi SPI dan jalur pemrograman serial.
 - d. TOSCI (PB6) dan TOSC2 (PB7) digunakan untuk sumber *clock* external untuk *timer*.
 - e. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) adalah sumber *clock* utama mikrokontroler.
4. Port C adalah jalur data 7 bit yang digunakan sebagai I/O. Kegunaan dari port C, yaitu:

- a. ADC6 (PC0, PC1, PC2, PC3, PC4, PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat digunakan untuk mengubah *input* yang dari analog ke digital.
 - b. 12C (SDA dan SDL) digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data 12C.
5. Port D adalah jalur data 8 bit yang memiliki fungsi pada masing-masing pin sebagai I/O.
 6. PC6/Reset
Jika fuse RSTDISBL diprogram maka PC6 digunakan sebagai pin I/O. Berbeda dengan fuse RSTDISBL tidak terprogram, PC6 digunakan sebagai *input* reset.
 7. Avcc adalah pin tegangan suplai untuk A/D konverter, PC [3: 0], dan PE [3: 2]. Ini harus dilakukan secara eksternal terhubung ke Vcc, meskipun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan maka itu harus terhubung ke Vcc *filter low-pass*. Perhatikan bahwa PC [6: 4] menggunakan tegangan suplai digital, Vcc.
 8. AREF adalah pin referensi analog untuk A/D konverter.

2.2.5. Sensor NTC *Thermistor*

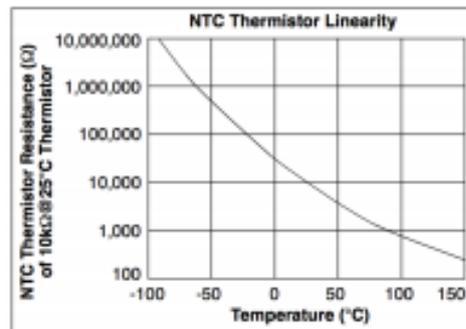
Sensor thermistor merupakan salah satu perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu. Sensor ini memiliki resistor yang berubah dengan suhu dan berbahan semikonduktor. Sensor ini juga memiliki 2 pin sebagai VCC dan ground.



Gambar 2.6. Sensor NTC *Thermistor*

Termistor ini terbagi menjadi dua tipe yaitu NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Pada NTC suhu akan

meningkat mengakibatkan resistansinya menurun dan berbeda dengan PTC. Sensor suhu tipe NTC thermistor 10K \pm 1% 3950, memiliki ukurannya yang kecil yaitu 5 x 25 mm dan anti air (*waterproof*).



Gambar 2.7. Grafik NTC *Thermistor Linierity*
(M. Yusvin & Rama, 2016)

2.2.6. Sensor Ping

Sensor Ping merupakan sensor 40 KHz yang diproduksi oleh *Parallax* yang digunakan untuk mendeteksi jarak suatu objek. Berikut ini gambar sensor Ping:



Gambar 2.8. Sensor Ping

Sensor Ping memiliki 3 pin, antara lain:

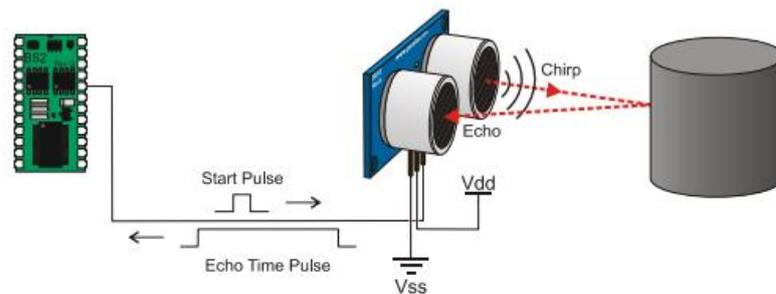
Tabel 2.3. Pin Sensor Ping

GND	<i>Ground (Vss)</i>
5V	5 VDC (Vdd)
SIG	<i>Signal (I/O pin)</i>

Spesifikasi sensor Ping, antara lain:

1. Tegangan = +5 VDC
2. Arus = 30 mA- 35 mA
3. Komunikasi: pulsa TTL positif

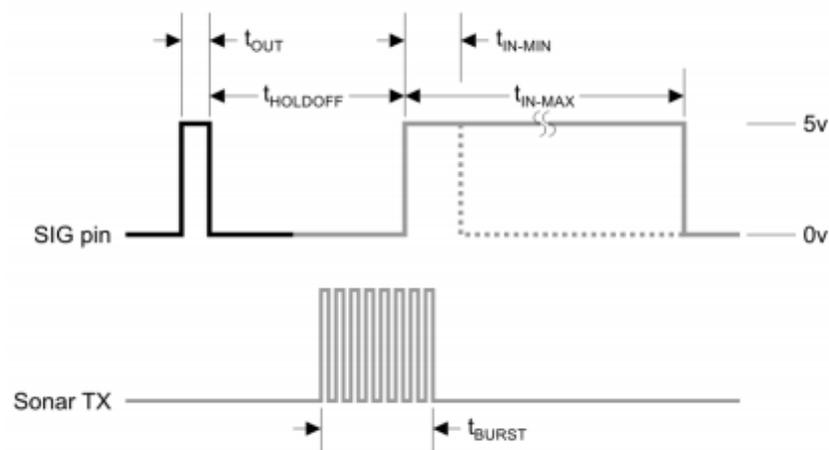
4. Paket: SIP 3-pin, spasi 0,1 ” (*ground, power, signal*)
5. Suhu 0-70°C
6. Ukuran: 22 mm x 46 mm x 16 mm atau 0.84 in x 1.8 in x 0.6 in
7. Berat: 9 g (0.32 oz)



Gambar 2.9. Cara Kerja Sensor Ping

(www.parallax.com)

Prinsip kerja sensor Ping yaitu sensor Ping mendeteksi objek dengan memancarkan sinyal ledakan ultrasonik kemudian ditangkap oleh gema. Di bawah kendali mikrokontroler *host* (pulsa pemicu), sensor memancarkan ledakan 40 kHz (sensor Ping) pendek. Semburan ledakan sinyal ini bergerak di udara, mengenai suatu benda dan kemudian memantul kembali ke sensor. Sensor Ping menyediakan pulsa *output* ke *host* yang akan berakhir ketika gema terdeteksi, karenanya lebar pulsa ini sesuai dengan jarak ke target.



Gambar 2.10. Prinsip Kerja Sinyal Sensor Ping

(www.parallax.com)

2.2.7. Kalibrasi

Kalibrasi adalah metode pengukuran yang membandingkan alat ukur standar dan alat yang akan diukur dengan berpedoman standar acuan sebagai standar pengukuran. Tujuan utama untuk mengetahui nilai kesalahan pengukuran suatu alat yang diukur dengan alat ukur standar sehingga konsumen tidak mengalami kerugian yang signifikan. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengkalibrasi, yaitu: operator yang mengukur, faktor lingkungan, alat yang diukur, metode pengukuran dan faktor-faktor lainnya.

2.2.8. Rata-rata dan Selisih

Dalam menghitung rumus rata-rata dalam suatu sampel maka perlu menjumlahkan semua data yang ada kemudian dibagi dengan berapa jumlah data seperti terlihat pada rumus berikut:

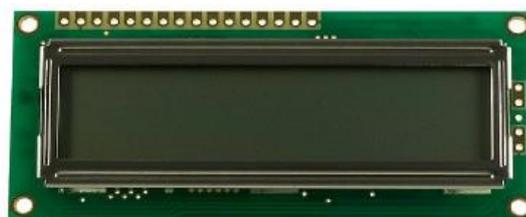
$$\bar{X} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{Xn} \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Selisih adalah untuk mengetahui kesalahan pengujian antara alat standar dan alat yang diujikan. Di bawah ini merupakan rumus selisih:

$$\text{Selisih} = \text{Alat ukur yang diuji}-\text{Alat ukur standar} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

2.2.9. LCD

LCD disebut sebagai *Liquid Crystal Display*. LCD digunakan untuk menampilkan sebagai media refleksi. Aplikasi dari penggunaan LCD ini pada perancangan alat yang menggunakan mikrokontroler untuk menampilkan hasil pengukuran berupa nilai hasil sensor, teks tulisan tertentu dan lain-lain.



Gambar 2.11. LCD 16x2

Di bawah ini merupakan konfigurasi pin LCD:

Tabel 2.4. Pin LCD 16x2

No.	Nama	Keterangan
1.	GND	Ground
2.	VCC	+5V
3.	VEE	Kontras
4.	RS	Register Select
5.	RW	Read/Write
6.	E	Enable
7.	D0-D7	Data bit 0-7

Tabel 2.4. Pin LCD 16x2 (Lanjutan)

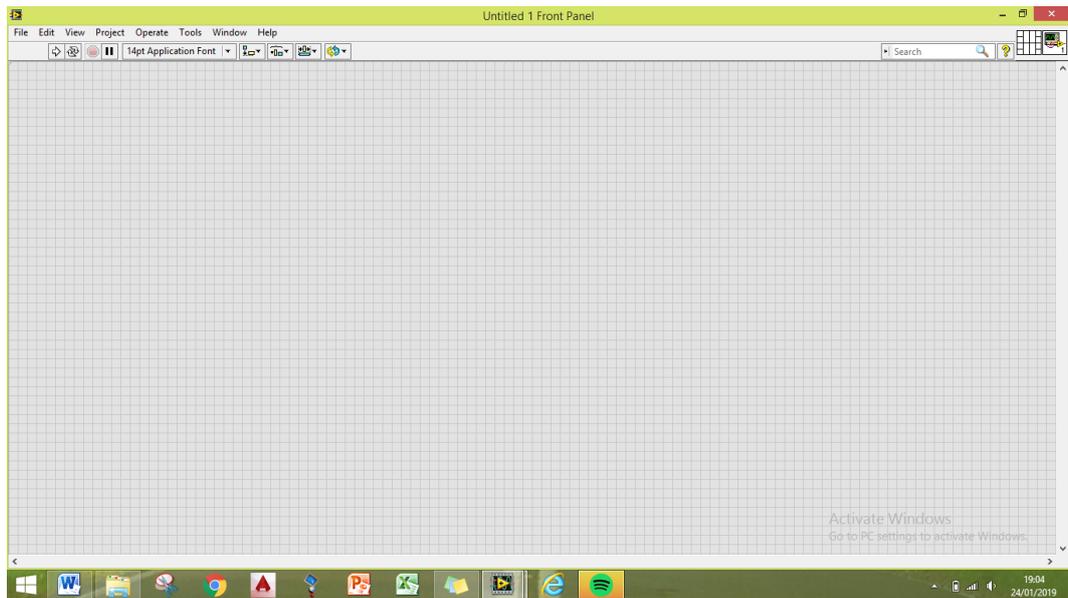
No.	Nama	Keterangan
8.	A	Anoda (<i>back light</i>)
9.	K	Katoda (<i>back light</i>)

2.2.10. LabVIEW

LabVIEW berasal dari kata *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench* yang merupakan bahasa pemrograman secara grafis dengan menggunakan ikon tertentu yang dihubungkan menggunakan *wire*. Perangkat lunak ini hasil produksi *National Instrument* yang digunakan untuk *interface* dan pengontrolan suatu sistem dengan menggunakan komputer. Kegunaan dari *LabVIEW*, antara lain: dapat mengoperasikan program instrumen tertentu, pengontrolan suatu sistem, menganalisa data hasil dan menampilkan hasil dari suatu sistem.

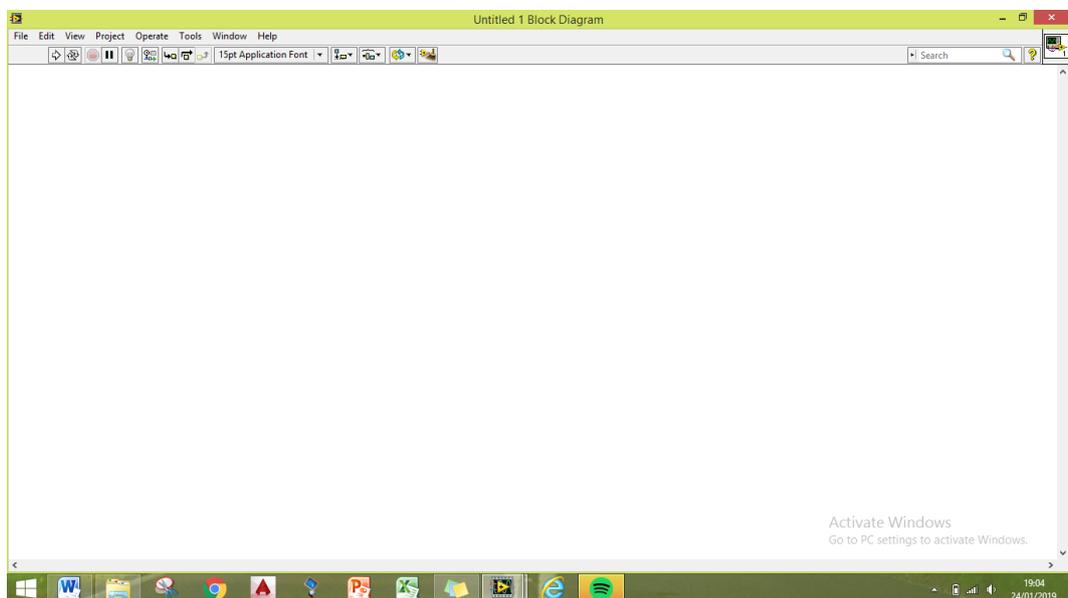
Komponen – komponen program *LabVIEW*, sebagai berikut:

1. *Front panel* berfungsi sebagai interaksi antara operator dan mesin sebagai pengendalian dan pemantauan proses sistem yang beroperasi. Fungsi-fungsi yang dapat ditempatkan pada komponen *front panel* yaitu *input* dan *output*.



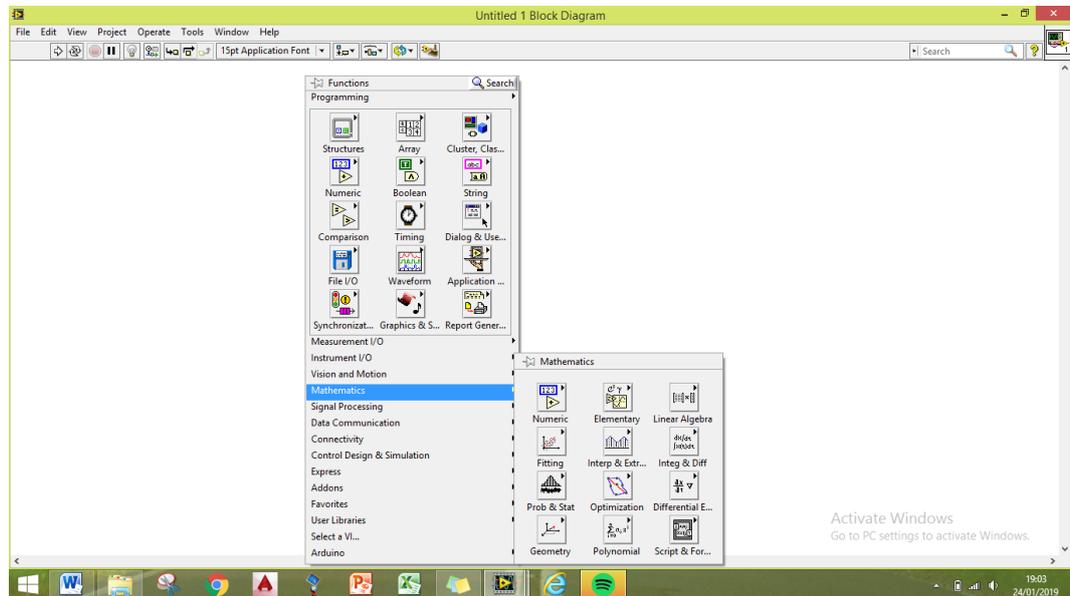
Gambar 2.12. *Front panel* pada *LabVIEW*

2. *Block Diagram* berfungsi untuk proses numerik/*number*, *string* dan *boolean*. Terdapat *input* dan *output* saling terhubung dengan fungsi–fungsi lain menggunakan pengawatan (*wiring*).



Gambar 2.13. Blok diagram pada *LabVIEW*

3. *Function* adalah suatu sub program yang mempunyai minimal satu fungsi untuk memproses *inputan*. Fungsi – fungsi yang tersedia, antara lain: fungsi matematika, *signal procesing*, I/O instrumen dan sebagainya.



Gambar 2.14. *Function* matematika dari *LabVIEW*