

BAB 2

DASAR TEORI

2.1.KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2011 yang dilakukan oleh F. Parmono dan B.H Iswanto dengan judul “Pengukuran Tinggi Permukaan Air Berbasis Gelombang Ultrasonik Menggunakan Kalman Filter.” Pada penelitian ini membahas tentang pengukuran tinggi permukaan air dengan gelombang ultrasonik menggunakan kalman filter, namun pada penelitian ini tidak diperlihatkan model sistem yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam perambatannya pada suatu medium, gelombang ultrasonik merupakan gelombang yang mudah terkena gangguan, baik gangguan internal maupun eksternal. Pengaplikasian gelombang ultrasonik untuk mengukur tinggi permukaan air sudah banyak ditemukan, namun hasilnya akan berbeda sekali apabila diaplikasikan pada air yang tidak tenang. Dibutuhkan suatu pemfilteran yang mampu menghilangkan gangguan yang terdapat didalamnya. Kalman filter merupakan suatu metode yang menjelaskan cara perhitungan (pengulangan) yang efisien untuk mengestimasi keadaan suatu proses, yang dapat memperkecil *squared error*. Hasil dari pengujian ini adalah Besar nilai Q (*noise* proses) dan R (*noise* pengukuran) divariasikan mulai dari 0.1, 0.01, 0.001 dan 0.0001. Variasi ini dilakukan agar mendapatkan estimasi optimal dari gangguan yang diberikan. Gangguan statis akan diberikan mulai dari sampel ke-50 sampai 200. Jadi terlihat perbedaan kontras pada sampel 1 - 50 dimana belum ada gangguan yang diberikan. Ketinggian permukaan air yang diukur dibuat konstan dengan ketinggian 10 cm, ketinggian ini diukur dari dasar air sampai tepat permukaan air. Hasil yang paling optimal didapat pada saat nilai $Q=0.00001$ dan $R=0.1$ dengan kesalahan pengukuran terbesar hanya 4.8% dari hasil pengukuran sebenarnya. Sedangkan hasil yang kurang baik didapat saat $Q=0.1$ dan $R=0.0001$, dimana tidak terjadi pemfilteran sama sekali dengan kesalahan pengukuran mencapai 61.2% [1].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2017 yang dilakukan oleh Servinta Damayanti Br Pelawi dan Saiful Manan dengan judul “Sistem Monitoring Volume Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan *Monitoring Output* Volume Air Menggunakan *Flow* Meter Berbasis Arduino Uno”. Pada penelitian ini membahas tentang *monitoring* volume air menggunakan sensor ultrasonik dan *monitoring*

output volume air menggunakan *flow* meter. Servinta Damayanti Br Pelawi, Saiful Manan, dalam makalah ini menjelaskan bahwa metode realisasi pembuatan pemurnian dan pemantauan volume air, pemurnian air menggunakan molekul kecil seperti pasir, arang, kapas, dll. Memantau volume air menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Dimana ultrasonik ini sensor akan mendeteksi air di dalam sensor jarak sensor ke objek yaitu 2cm dan 25cm. Ketika air telah mencapai batas 2cm dan 15cm maka *buzzer* akan menyala memberikan peringatan. Dan akan ditampilkan di HMI dalam bentuk cm, untuk menjalankan pompa kita klik tombol start pada hmi pompa akan menyala dan air didalam *resevoir* akan masuk *reverse osmosis*, ro akan mengolah air, air bersih akan terbaca oleh *flow* meter, *flow* meter akan mendeteksi air yang masuk dan akan menampilkan hasilnya di HMI berupa liter, dan Arduino UNO digunakan sebagai sistem kontrol untuk sinyal *input output* HMI, sensor, flow meter, dan *buzzer*. Hasil dari pengujian ini adalah sistem monitoring tinggi muka air menggunakan sensor ultrasonik yang mengukur ketinggian muka air berupa cm yaitu kedeteksi mulai dari 2 cm sampai 25 cm. Sistem dapat menampilkan nilai ketinggian dalam satuan berupa cm yang nantinya akan di tampilkan di HMI, serta memberikan peringatan dengan menyalakan *buzzer* ketika ketinggian muka air telah mencapai batas yang telah ditentukan. Air produksi hasil penyaringan membran pada proses *reverse osmosis* ini akan di hitung *output*annya dengan menggunakan *flow* meter berupa liter dan akan di tampilkan pada HMI berupa liter, dan air yang dihitung / di deteksi oleh *flow* meter yaitu air yang sesuai dengan *standart*. Yang sudah layak untuk di konsumsi [2].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2015 yang dilakukan oleh Barlian Henryranu Prasetyo dan Wijaya Kurniawan dengan judul “Uji Performansi *Ensemble Kalman Filter* Untuk Mengurangi *Noise* Pengukuran Sensor Pada Robot.” Pada penelitian ini diimplementasikan sebuah teknik robot bergerak yang berkaitan dengan kesetimbangan pada media tidak stabil. Tujuannya adalah merancang dan mengimplemntasikan sebuah sistem kontrol diskrit digital yang memberikan stabilitas yang diperlukan. Kontrol PID dan algoritma filter kalman menjadi implementasi pengujian ideal model robot ini. Kedua algoritma tersebut mampu meningkatkan performa kontrol pada sistem. Penelitian ini menguji kinerja sistem control PID dan algoritma filter kalman. Uji *software* dilakukan untuk

mengumpulkan hasil kinerja kedua Algoritma kontroler PID dan Filter Kalman. Kinerja sistem kontrol secara langsung tergantung pada algoritma filter kalman dan parameter masukan *controller* PID. Penelitian ini menggunakan EnKF dan PID *controller* sebagai algoritma penyeimbang robot. Dilakukan *tunning manual* pada kovarian filter. Percobaan dilakukan dengan metode *trial and error* dengan mengubahubah matrik kovarian *noise* proses. *Overshoot* sistem bisa dikurangi dengan cara mengatur matrik kovarian *noise* proses. Dari hasil percobaan sistem optimal pada $Q_{accelerometer} : 0.001$, $Q_{gyroscope} : 0.05$, $R_{pengukuran} : 0.03$, $P = 1790.005$, $I = 0.129$ dan $D = 96.881$. Hasil dari pengujian ini adalah dengan metode *trial and error* membutuhkan banyak waktu, sehingga pada penelitian berikutnya sebaiknya digunakan algoritma komputasi cerdas yang dapat menentukan secara akurat Q_w dan R_v . Dan diharapkan penelitian lebih lanjut dari sistem kontrol cerdas yang mampu melakukan pencarian otomatis [3].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2010 yang dilakukan oleh Restu Tresnawati, Tri Astuti Nuraini dan Wido Hanggoro dengan judul “Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Metode Kalman Filter Dengan Prediktior SST NINO 3.4 Diprediksi.” Pada penelitian ini Prediksi Curah Hujan Bulanan di daerah Purbalingga telah dilakukan menggunakan metode Kalman Filter dengan Prediktior SST 3.4. Validasi terhadap prediksi tiga tahun kebelakang (*hindcast*) 2006, 2007, 2008 menunjukkan nilai koefisien korelasi mencapai 75%. Untuk memperoleh nilai prediktior SSTNino 3.4 diprediksi menggunakan metode ARIMA. Validasi prediksi SST Nino 3.4 selama tiga tahun periode pengujian menunjukkan pada tahun 2006 $r=0.91$, 2007 $r=0.64$ dan 2008 $r=0.82$. Hasil dari pengujian ini prediksi curah hujan dengan Kalman Filter untuk daerah Purbalingga menghasilkan nilai koefisien korelasi antara 70% - 89% dan model berkisar antara 39% - 79% , nilai ini menunjukkan bahwa prediksi yang dihasilkan sudah cukup baik dalam menggambarkan pola curah hujan yang sesungguhnya, oleh karena itu untuk melakukan prediksi curah hujan dengan Kalman Filter dimana salah satu *inputnya* adalah SST Nino 3.4 tidak perlu menunggu hingga data observasi SST Nino 3,4 di tahun prediksi yang tentunya bisa menyebabkan prediksi curah hujan dengan kalman filter menjadi terlambat. Prediksi SST Nino 3.4 dengan ARIMA sudah dapat merepresentasikan gambaran SST Nino 3.4 dalam waktu kedepan walaupun

dalam jangka waktu yang pendek. Hal ini sangat membantu dalam memprakirakan kondisi curah hujan beberapa waktu ke depan dengan Kalman Filter, dimana konsep metode ini adalah memperhitungkan variabel lain sebagai koreksinya [4].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2020 yang dilakukan oleh Alfian Ma'arif, Rizky Dwi Puriyanto dan Fadlur T.Hasan dengan judul “Robot Keseimbangan Dengan Kendali Proporsional Integral Derivatif (PID) Dan Kalman Filter.” Pada penelitian ini Robot keseimbangan menggunakan sensor accelerometer untuk mengukur perubahan sudut saat bergerak. Sifat sensor tersebut adalah sangat sensitif dan ber-*noise* sehingga memerlukan metode untuk mengurangi *noise* tersebut. Pada penelitian ini digunakan pengendali Proporsional Integral Derivatif (PID) untuk mengatasi dinamika tersebut. Kelebihan Pengendali PID adalah memiliki respon yang cepat dan mudah untuk diterapkan. Sementara untuk mengurangi *noise* pada sensor accelerometer digunakan metode kalman filter. Hasil yang diperoleh dari Penelitian ini mengusulkan tentang kendali PID (Proporsional-Integral-Derivatif) pada robot keseimbangan dan kalman filter pada sensor accelerometer. Berdasarkan pengujian, pengendali PID dapat membuat robot keseimbangan mampu untuk dapat berdiri tegak pada posisi seimbang. Nilai penguatan kendali proporsional, integral, dan derivatif yang terbaik adalah $k_p = 20$, $k_i = 1$, & $k_d = 20$. Hasil lain adalah kalman filter mampu untuk mem-filter *noise* pada sensor accelerometer. Nilai konstanta kalman filter yang terbaik adalah matriks variasi proses $R = 10$ dan matriks variasi pengukuran $Q = 0, 01$. Dalam proses penentuan parameter pengendali PID, masih menggunakan metode *trial and error* atau coba-coba yang memerlukan banyak waktu dan tenaga untuk menentukan nilai variabel yang menghasilkan kinerja terbaik. Oleh karena itu diperlukan penelitian lanjutan untuk menentukan nilai parameter pengendali yang lebih baik daripada metode coba-coba. Penentuan nilai konstanta kalman filter juga masih menggunakan cara coba-coba sehingga perlu metode khusus agar penentuan nilai parameter dapat lebih efektif [5].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 yang dilakukan oleh Vera Firmasnyah dengan judul “Aplikasi Kalman Filter Pada Pembacaan Sensor Suhu Untuk Pemantauan Kondisi Ruangan Laboratorium.” Pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah jenis DHT11 dan LM35 yang dihubungkan pada arduino

mega untuk memantau suhu ruangan laboratorium. Berdasarkan pengujian Kalman filter diaplikasikan pada sensor suhu jenis LM35 dengan keluaran berupa tegangan dan sensor suhu jenis DHT11 dengan keluaran derajat celcius. Selisih penunjukkan data sensor sebelum dan sesudah menggunakan Kalman filter dengan nilai selisih variansi hasil filter lebih kecil dibandingkan dengan variansi tanpa filter, pada suhu konstan selisih variansi sama dengan nol untuk DHT11 dan 0,14 untuk LM35. Sedangkan pada suhu tidak konstan didapat selisih variansi 0,8 untuk DHT11 dan 0,3 untuk LM35 [18].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 yang dilakukan oleh Rizqi Gunawan dan Didit Andri Jatmiko dengan judul “Perancangan Dan Implementasi Kalman Filter pada Sistem Estimasi Posisi Roket Elektrik” Pada penelitian ini Wahana roket EDF dirancang agar dapat meluncur dari rel *launcher* secara *autonomous* menuju target selebar 25 m dan panjang 200 m. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi data posisi dengan menggunakan algoritma kalman filter dan *multireceiver Global Navigation Satellite System (GNSS)* untuk mengestimasi posisi roket EDF. Berdasarkan hasil pengujian sistem estimasi ini mampu meningkatkan akurasi data sebesar 3% - 30% [19].

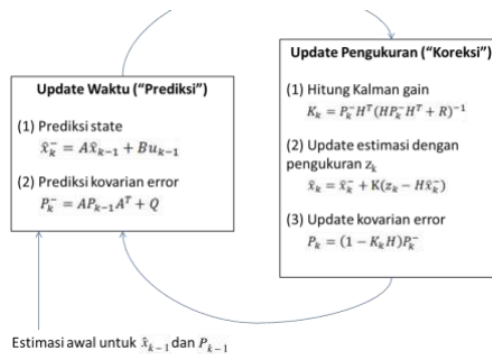
2.2.DASAR TEORI

2.2.1.KALMAN FILTER

Kalman filter merupakan suatu algoritma yang menggabungkan model dan pengukuran. Data pengukuran terbaru menjadi bagian penting dari algoritma Kalman filter karena data terakhir akan mengoreksi hasil prediksi pengukuran, sehingga hasil estimasi selalu mendekati kondisi yang sebenarnya. Kalman filter mengestimasi proses dengan menggunakan kontrol umpan balik: filter mengestimasi proses pada suatu waktu dan kemudian mendapat umpan balik dalam bentuk pengukuran *noise* (gangguan). Dengan demikian, persamaan untuk Kalman filter menjadi dua kelompok: persamaan *update* waktu dan persamaan *update* pengukuran. Persamaan *update* waktu bertanggung jawab untuk memproyeksikan kedepan (waktu) keadaan saat ini dan estimasi kovarian *error* mengestimasi untuk mendapatkan sebuah estimasi apriori untuk langkah waktu berikutnya. Persamaan *update* pengukuran bertanggung jawab atas umpan balik untuk menggabungkan

pengukuran baru ke dalam estimasi apriori untuk mendapatkan estimasi aposteriori yang lebih baik. Persamaan *update* waktu juga dapat dianggap sebagai persamaan prediktor, sedangkan persamaan update pengukuran dapat dianggap persamaan korektor. Algoritma estimasi menyerupai algoritma prediktor-korektor untuk memecahkan masalah numerik Kalman filter pada Matlab Simulink Kalman filter digunakan untuk memprediksi status sistem dan untuk menyempurnakan estimasi status sistem [1].

Dalam implementasi filter, kovarian *noise* pengukuran R biasanya diukur sebelum filter dioperasikan. Pengukuran kovarian *error* pengukuran R umumnya dapat dilakukan karena kita dapat mengambil sampel pengukuran secara *offline* untuk menentukan varian dari *noise* pengukuran. Penentuan kovarian noise proses Q umumnya lebih sulit, karena kita tidak dapat mengamati proses secara langsung. Terkadang satu model proses yang sederhana dapat menghasilkan estimasi yang baik dengan pemilihan Q yang tepat, bila pengukuran terhadap proses dapat diandalkan. Pada keadaan yang lain, seringkali penyesuaian (*tuning*) parameter filter Q dan R dapat menghasilkan performansi filter secara statistik. Mekanisme penyesuaian ini biasanya dijalankan secara *offline*, terkadang dengan bantuan Kalman filter tipe yang lain. Proses penyesuaian ini disebut identifikasi sistem [15].



Gambar 2.1 Proses Kalman Filter [15]

Karena Q dan R adalah konstan, kovarian *error* estimasi P_k dan Kalman gain K_k akan stabil dengan cepat kemudian bernilai konstan [15].

2.2.2.SENSOR ULTRASONIK

Sensor ultrasonik adalah alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara

ultrasonik. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang dinamakan *transmitter* dan penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Alat ini digunakan untuk mengukur gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik adalah gelombang mekanik yang memiliki ciri-ciri longitudinal dan biasanya memiliki frekuensi diatas 20 KHz. Gelombang ultrasonik dapat merambat melalui zat padat, cair maupun gas. Gelombang ultrasonik adalah gelombang rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat melalui ketiga element tersebut sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersial medium yang dilaluinya. Sensor Ultrasonik merupakan sensor yang memanfaatkan bunyi dengan frekuensi ultrasonik. Frekuensi ini tidak dapat didengar oleh manusia karena memiliki frekuensi ini tidak dapat didengar oleh manusia karena memiliki frekuensi di atas 20 KHz, sensor ini sendiri biasanya menggunakan Rx. Sehingga umunya sensor ini di pakai untuk pengukur jarak. Gambar 2.2 merupakan bentuk fisik sensor ultrasonik [6].



Gambar 2.2 Bentuk fisik sensor ultrasonik

2.2.3. ARDUINO UNO

Arduino Uno adalah sebuah papan *board* yang menggunakan mikrokontroller ATmega328. Pada Arduino Uno memiliki 14 pin *input* atau *output*, 6 pin dapat digunakan sebagai keluaran *Pulse Widht Modulation*, 6 pin *input* analog, satu koneksi *Universal Serial Bus* (USB), kabel power dan tombol riset [13].

Spesifikasi Arduino Uno

1. Mikrokontroler : ATmega328.
2. Tegangan Operasi : 5 V.
3. Tegangan *Input* : 7-12 V.
4. Pin digital I/O : 14. (6 diantaranya pin PWM)
5. Pin Analog *input* : 6 – Arus DC per pin I/O : 40 mA.

6. Arus DC untuk pin3.3 V : 150 mA.
7. *Flash Memory* : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk *bootloader*.
8. EEPROM : 1 KB.
9. Kecepatan pewaktuan : 16 Mhz [13].

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada *level hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk mem-*bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP [20].

2.2.4.PWM TO VOLTAGE

PWM to Voltage adalah sistem yang dapat mengubah *input* sinyal PWM 0-5V menjadi *output* analog 0-10V. PWM To Voltage membutuhkan daya sekitar 15-24V dengan frekuensi modulasi lebar pulsa *input* yang direkomendasikan adalah 500Hz +/-2%.

Spesifikasi *PWM To Voltage* [15]:

1. Tegangan Kerja : DC 12V-30V; (>100mA)
2. Frekuensi Penerima PWM : 1KHz-3KHz
3. Rentang *level input* sinyal PWM
4. Puncak *level* 4.5V hingga 10V
5. Puncak *level* 12V sampai 24V
6. Rentang konversi :)%-199% PWM ke 0-10V
7. Kesalahan yang diizinkan 5% [15].

2.2.5.PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

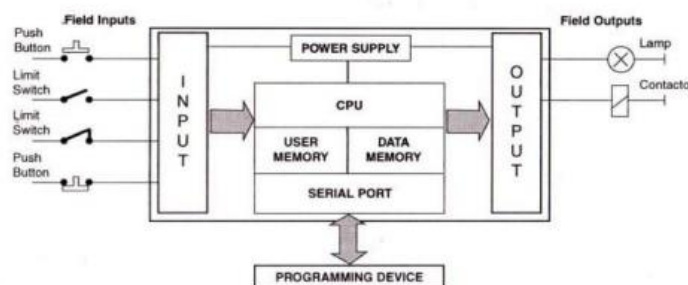
Programmable Logic Controllers (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah : sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini

menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi- fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog. Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan [7].

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relaysequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan *software* yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan [7].

PLC merupakan peralatan elektronik yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor keadaan dari peralatan input untuk kemudian di analisa sesuai dengan kebutuhan perencana (*programmer*) untuk mengontrol keadaan output. Sinyal input diberikan kedalam input card [7].



Gambar 2.3 Bagian – bagian pada PLC [7]

Ada 2 jenis input card, yaitu :

1. *Analog input card*
2. *Digital input card*

Setiap input mempunyai alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor memanggil berdasarkan alamatnya. Banyaknya input yang dapat diproses tergantung jenis PLC-nya. Sinyal output dikeluarkan PLC sesuai dengan program yang dibuat oleh pemakai berdasarkan analisa keadaan input. Ada 2 jenis *output card*, yaitu :

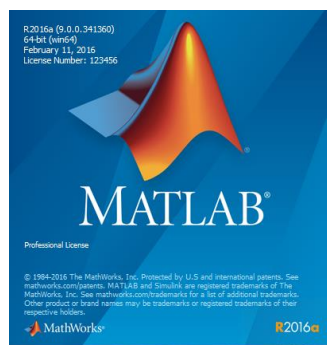
1. *Analog output card*
2. *Digital output card*

Setiap *outputcard* mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya. Banyaknya output tergantung jenis PLC-nya. Pada PLC juga dipersiapkan internal *input* dan *output* untuk proses dalam PLC sesuai dengan kebutuhan program. Dimana internal *input* dan *output* ini hanya sebagai *flag* dalam proses. Di dalam PLC juga dipersiapkan timer yang dapat dibuat dalam konfigurasi *on delay*, *off delay*, *on timer*, *off timer* dan lain- lain sesuai dengan programnya. Untuk memproses timer tersebut, PLC memanggil berdasarkan alamatnya. Untuk melaksanakan sebagai kontrol sistem, PLC ini didukung oleh perangkat lunak yang merupakan bagian penting dari PLC. Program PLC biasanya terdiri dari 2 jenis yaitu *ladder* diagram dan instruksi dasar diagram, setiap PLC mempunyai perbedaan dalam penulisan program [7].

2.2.6.MATLAB

MATLAB (Matrix Laboratory) adalah suatu program untuk analisis dan komputasi numerik dan merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Pada awalnya, program ini merupakan interface untuk koleksi rutin-rutin numeric dari proyek LINPACK dan EISPACK, dan dikembangkan menggunakan bahasa FORTRAN namun sekarang merupakan produk komersial dari perusahaan Mathworks, Inc.yang dalam perkembangan selanjutnya dikembangkan menggunakan bahasa C++ dan assembler (utamanya untuk fungsi-fungsi dasar MATLAB) [8].

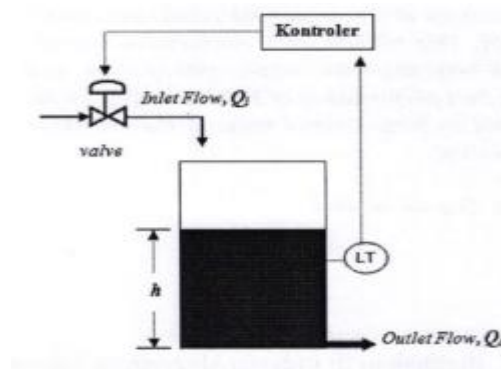
MATLAB telah berkembang menjadi sebuah environment pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi built-in untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. MATLAB juga berisi toolbox yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus. MATLAB bersifat extensible, dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan pada library ketika fungsi-fungsi built-in yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu. Kemampuan pemrograman yang dibutuhkan tidak terlalu sulit bila Anda telah memiliki pengalaman dalam pemrograman bahasa lain seperti C++, PASCAL, atau FORTRAN. [8].



Gambar 2.4 Tampilan Awal Matlab R2016a

2.2.7.SISTEM TANGKI

Sistem tangki terdiri dari katup air, tangki, *controller*, dan sensor level. Ketinggian sebuah cairan didalam tangki akan dideteksi menggunakan sensor level kemudian dikonvers dalam bentuk sinyal yang dapat diterima oleh *controller* untuk mencari nilai dari *error* serta perubahan kesalahan dengan cara membandingkan antara sinyal *level* dengan nilai *level* yang diinginkan [9].



Gambar 2.5 Sistem tangki air [9].

2.2.8. OLE FOR PROCESS CONTROL (OPC)

OPC (OLE for Process Control) Sistem instrumentasi yang kompleks membutuhkan sebuah standar komunikasi yang dapat mengakomodasi perbedaan komunikasi pada setiap perangkat. OPC (OLE for Process Control) adalah mekanisme standar untuk berkomunikasi ke berbagai sumber data, baik perangkat di lingkungan pabrik, atau basis data di ruang kendali [2]. OPC memungkinkan untuk menghubungkan sistem yang berbeda menjadi satu, menciptakan solusi kuat dan menyediakan interoperability dan scalability untuk perubahan dan perluasan di masa yang akan datang. Hal ini memudahkan kita untuk memvisualisasikan, menganalisis, melaporkan, atau melakukan apa saja yang kita inginkan, melalui aplikasi dari pabrikan mana saja menggunakan satu atau lebih spesifikasi OPC [10].

OPC ini didasarkan pada Microsoft OLE, COM dan DCOM teknologi yang memungkinkan pertukaran data standar antara sektor industri dan perkantoran. Teknologi ini memberikan standarisasi dan pertukaran data yang cepat antara klien OPC dan PLC yang dibuat oleh produsen yang berbeda. OPC digunakan untuk membaca data dari proses dan untuk mencari sinyal yang tersedia dalam server OPC [10].

2.2.9. SERVO MOTOR DC

Motor servo adalah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, rangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi sebagai penentu batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo [11].

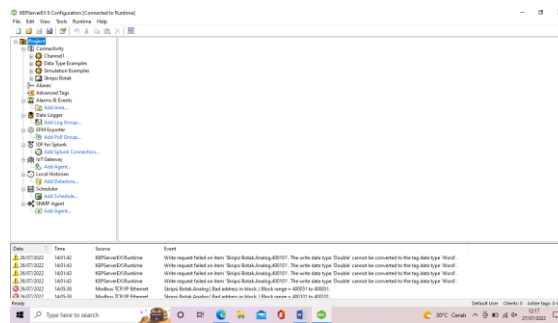
2.2.10. PEMODELAN SISTEM

Pemodelan untuk merancang suatu sistem pengatur biasanya dilakukan dengan banyak penyederhanaan yang hanya memperhatikan masukan, keluaran dan gangguan yang ada. Parameter-parameter lain yang tidak berhubungan langsung dengan ketiga parameter tersebut diabaikan atau dianggap konstan [12].

Tiap elemen sistem dimodelkan secara terpisah dan dicari fungsi alihnya dengan mengukur masukan dan keluarannya. Selanjutnya dibuat program sistem pengaturan yang melibatkan semua fungsi alih tersebut. Validasi pemodelan dilakukan dengan cara membandingkan antara pengukuran yang sesungguhnya terjadi dengan hasil analisa perhitungan teoritik [12].

2.2.11. KEPSERVEREX

KEPserverEx adalah sebuah *software* yang dirancang untuk mempermudah pengaturan komunikasi ke sistem kontrol melalui banyak *driver* perangkat dan komponen yang tersedia. KEPserverEx juga menyediakan antar muka pengguna yang sederhana sehingga dapat dengan mudah digunakan di perangkat *hardisk* maupun SSD [16].



Gambar 2.6 Tampilan Kepservers

2.2.12. SOMACHINE BASIC

SoMachine Basic adalah *software* untuk memprogram PLC, khususnya PLC M221. Pada *software SoMachine Basic* terdapat dua bahasa pemrograman pilihan berdasarkan IEC61131-3 yaitu [17]:

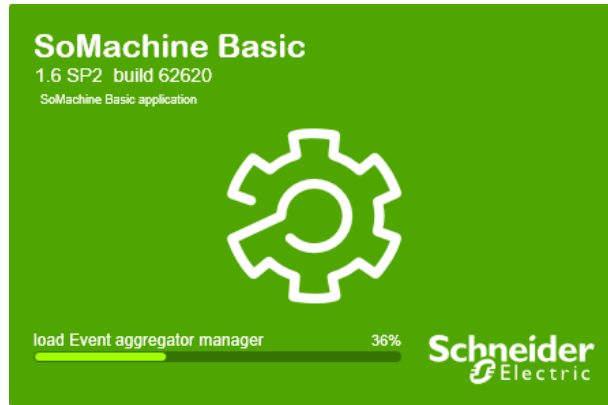
1. IL (*Instruction List*)
2. LD (*Ladder Diagram*)

Instruction List (IL)

Sistem pemrograman ini bersifat tekstual. Singkatan – singkatan khusus yang disebut *mnemonic* digunakan untuk mengidentifikasi perintah yang berbeda baik yang sedang dijalankan maupun tidak. Bahasa yang biasa digunakan adalah AND, OR, NAND, XOR dan sebagainya [17].

Ladder Diagram (LD)

Ladder Diagram adalah instruksi yang terkait dengan kondisi – kondisi didalam *ladder diagram*. Intruksi – intruksi *ladder diagram* baik yang dijalankan sendiri maupun yang dikombinasikan dengan blok instruksi sebelum maupun sesudahnya [17].



Gambar 2.7 Tampilan Awal Schneider Electric SoMachine Basic