

Laporan Teknis
Bad RearView Mirror Rejection System

Chapter 1. Development

1.1 Platform.

Dalam proyek ini menggunakan platform yang bersifat opensources, kecuali dalam mendesain bagian mekanis. Keuntungan dalam menggunakan platform yang bersifat opensources antara lain:

- Gratis dan Legal.
- Dukungan penuh komunitas.
- Kemudahan modifikasi software.
- Kemampuan software opensources untuk development.

Untuk pihak pengembang lain yang berencana ikut mengembangkan dapat mengambil seluruh proyek di repository proyek berbasis Git di alamat:

https://github.com/mekatronik-achmadi/spion_selector/

1.2 Software.

Berikut adalah daftar aplikasi yang digunakan dalam proyek ini:

- LinuxMint adalah operating system yang berbasis kernel Linux dan paket manajemen Debian/Ubuntu. Disarankan untuk menggunakan sistem Graphical User Interface (GUI) jenis KDE, Cinnamon, maupun MATE. LinuxMint dapat di download di alamat:
<http://www.linuxmint.com/download.php>
- Selain menggunakan LinuxMint, alternatif operating system lain yang disarankan adalah:
 - Ubuntu dengan GUI berjenis LXDE. Dapat di download
<https://help.ubuntu.com/community/Ubuntu/GetUbuntu>
 - Raspbian yang dijalankan di board RaspberryPi. Dapat di download di
<http://www.raspberrypi.org/downloads/>

Operating system Raspbian dikhususkan untuk dijalankan di sistem tertanam (Embedded System) berbasis RaspberryPi, bukan untuk komputer/laptop umum. Raspbian merupakan operating system berbasis Debian sehingga secara teknis instalasinya akan sama dengan operating system lainnya. Namun tidak disarankan menggunakan Debian maupun turunan langsungnya (kecuali Raspbian) mengingat versi software yang tersedia kurang update.

Untuk mengupdate daftar paket dari repository yang telah diatur, hubungkan LinuxMint ke internet dan gunakan perintah berikut di terminal:

```
sudo apt-get update
```

1.3 Octave

GNU Octave adalah bahasa interpretasi (kebalikan dari kompilasi) level tinggi, utamanya digunakan untuk komputasi numerik. GNU Octave menyediakan kemampuan untuk menemukan solusi numerik baik untuk masalah linear maupun non-linier, termasuk juga untuk eksperimen numerik. Selain itu juga menyediakan kemampuan grafis yang memadai untuk visualisasi dan manipulasi data. Octave secara umum digunakan melalui interface terminal yang interaktif, tapi dapat pula digunakan untuk program non-interaktif. Bahasa interpretasi Octave sangat mirip dengan Matlab sehingga skrip dari kedua software tersebut dapat saling bertukar. Octave memiliki kemampuan setara dengan Matlab, sekalipun belum memiliki fitur seperti Simulink dan GUI.

Octave pertama kali ditulis oleh John W. Eaton ditahun 1988 dalam bahasa C++. Octave dirilis oleh GNU Project, sebuah proyek internasional pengembangan software gratis dan opensource yang dipimpin oleh R. Stallman. Kini Octave telah menjadi software yang dapat dijalankan di Linux, Windows, Mac, maupun Android. Octave tersedia dalam 19 bahasa berbeda dengan English US sebagai bahasa default. Octave dirilis sebagai software OpenSource dengan lisensi GNU GPL sehingga bersifat legal dan gratis. Penjelasan lebih lanjut akan dilanjutkan di bab Octave tersendiri.

1.4 OpenCV

Pustaka OpenCV (Open Computer Vision) merupakan pustaka pemrograman berbasis C/C++/Python yang berisi fungsi-fungsi untuk akuisisi dan pengolahan citra. Pustaka OpenCV juga merupakan proyek opensource yang bersifat gratis. Saat ini pustaka OpenCV telah diterapkan di banyak website dan aplikasi mobile untuk deteksi wajah dan penjejak warna. Dalam proyek ini, OpenCV tidak digunakan untuk mengolah gambar namun sebatas untuk mengambil gambar. Bersama dengan Qt (C++), OpenCV ini dibentuk menjadi satu aplikasi untuk berkomunikasi dengan kamera melalui jalur USB dan mengambil gambar. Penjelasan lebih lanjut akan dilanjutkan di bersama dalam bab Octave tersendiri. Lebih lanjut tentang opencv dapat

dikunjungi di situs resmi:

<http://opencv.org/>

1.5 GCC

GCC (GNU Compiler Collection) merupakan koleksi kompiler yang di rilis oleh proyek GNU. Kompiler merupakan program yang mengkonversi kode sumber menjadi program siap jalan. Saat ini GCC mendukung bahasa C, C++, Java, dan banyak bahasa lain. Selain itu GCC juga mendukung banyak arsitektur seperti i386, amd64, armhf, arm-eabi, dan banyak arsitektur lain. Dalam proyek ini digunakan dua jenis varian GCC, yaitu g++ dan arm-gcc-none-eabi. Varian g++ digunakan untuk mengkompilasi program berbasis OpenCV untuk pengambilan gambar. Sedangkan varian arm-gcc-none-eabi digunakan untuk mengkompilasi program yang akan ditanamkan di sirkuit pengendali tangan robot. Penjelasan lebih lanjut tentang arm-gcc-none-eabi akan dilanjutkan di bersama dalam bab RTOS tersendiri. Lebih lanjut tentang GCC dapat dikunjungi di situs resmi:

<https://gcc.gnu.org/>

1.6 Qt Creator

Qt Creator merupakan salah satu IDE (Integrated Development Environment) yang digunakan secara luas terutama untuk pengembangan software berbasis Qt. Qt sendiri adalah kerangka kerja (framework) pengembangan software berbasis open source yang memiliki fitur terlengkap dibandingkan framework lain seperti GTK, FLTK, dsb. Qt Creator merupakan IDE untuk proses penulisan dan pengecekan program, namun membutuhkan kompiler seperti GCC, g++, maupun arm-gcc untuk dapat mengkompilasi. Dalam proyek ini Qt Creator digunakan dalam penulisan program untuk pengambilan gambar dan program yang ditanamkan di dalam chip. Lebih lanjut tentang Qt Creator dapat dikunjungi di situs resmi:

<http://qt-project.org/wiki/Category:Tools::QtCreator>

1.7 EAGLE

EAGLE (Easy Applicable Graphical Layout Editor) adalah software untuk mendesain papan circuit. Desain yang dibuat di EAGLE berupa skema dan layout. Versi yang dapat di instal secara gratis adalah versi Light dengan batasan:

- Luas maksimal papan adalah 100mmx80mm.
- Hanya dapat menggunakan 2 Lapisan, yaitu Top dan Bottom.
- Fitur AutoRoute tidak tersedia.

Namun diluar batasan tadi, fitur EAGLE dapat digunakan secara penuh, terutama ketersediaan pustaka komponen yang sangat lengkap. Penjelasan lebih lanjut akan dilanjutkan di bab Elektronik tersendiri. Lebih lanjut tentang EAGLE dapat dikunjungi di situs resmi:

<http://www.cadsoftusa.com/>

1.8 SolidWork

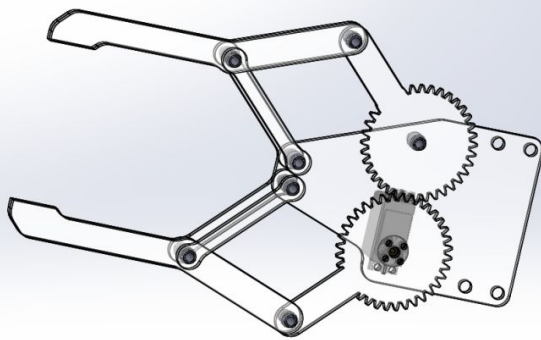
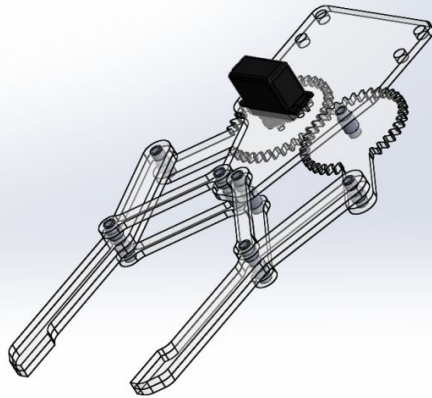
SolidWork merupakan salah satu software CAD (Computer Aided Design) yang telah populer di perusahaan-perusahaan besar. Software ini digunakan untuk mendesain sistem fisik dan mekanis dengan dukungan pustaka yang sangat lengkap. Dalam proyek ini, software ini digunakan untuk mendesain sistem mekanis tangan robot. Versi yang digunakan adalah 2013 dan SolidWork tergolong software yang tidak *Backward Compatible*. Software ini merupakan satu-satunya software berbayar yang digunakan dalam proyek ini. Pembahasan lebih lanjut hanya akan difokuskan pada desain mekanisnya. Namun tentang software tidak dibahas lebih jauh mengingat sifatnya yang tidak gratis dan dijalankan di platform Windows 7. Lebih lanjut tentang solidwork dapat dikunjungi di situs resmi: <http://www.solidworks.com/>

1.9 License

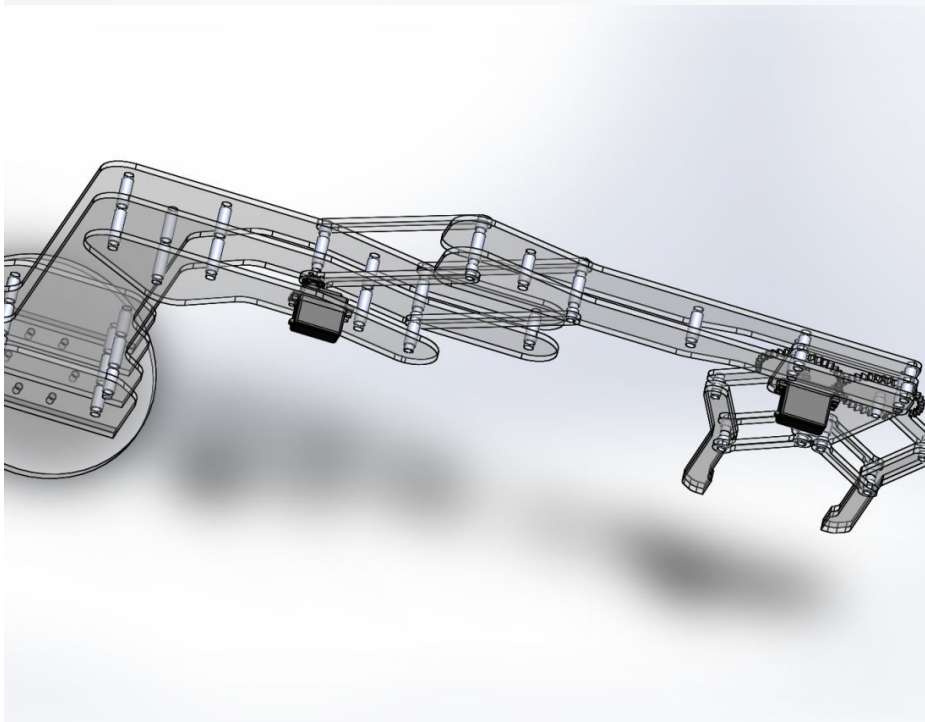
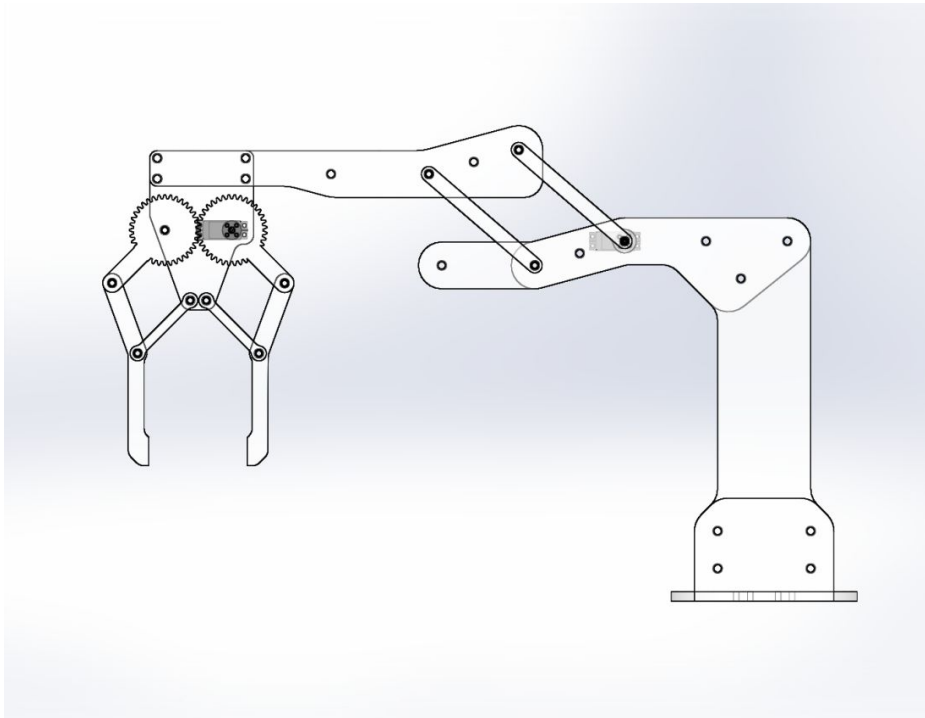
Proyek ini memiliki lisensi bervariasi mengingat seluruh resources yang digunakan merupakan turunan dari banyak proyek open source lain. Namun mengingat kemiripan dan kompatibilitas antar jenis lisensi (terutama jenis MIT, Apache, GPL dan LGPL) maka pengembang menentukan lisensi dari seluruh proyek ini adalah GPL v2. Lebih lanjut tentang lisensi dapat dilihat di alamat: <http://opensource.org/licenses/>

Chapter 2. Mekanik

2.1 Gripper



2.2 Arm

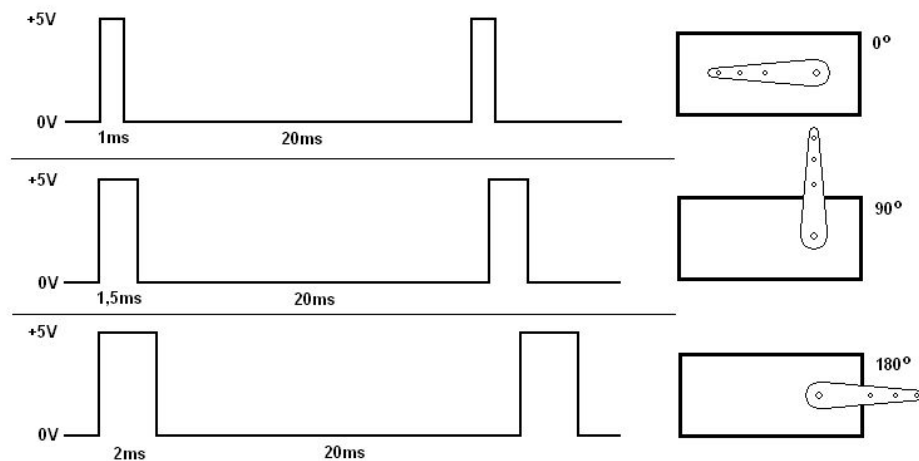


2.3 Meja

Chapter 3. Elektronik

3.1 Servo

Servo adalah aktuator rotari yang memungkinkan untuk kontrol yang tepat dari posisi sudut, kecepatan dan percepatan. Terdiri dari motor DC dengan torsi besar plus gearbox yang digabungkan dengan sensor untuk umpan balik posisi (biasanya berupa potensiometer). Hal ini juga membutuhkan kontroler yang relatif canggih, seringkali modul khusus yang dirancang khusus untuk digunakan dalam mengontrol servo. Kabel menuju servo berjumlah 3 yaitu power positif, ground, dan sinyal. Sinyal disini berupa sinyal kotak dengan frekuensi dan duty-cycle tertentu untuk mengendalikan posisi putaran servo. Berikut adalah contoh sinyal kendali servo.



Basic Information

Modulation:	Analog
Torque:	4.8V: 138.9 oz-in (10.00 kg-cm)
Speed:	4.8V: 0.20 sec/60°
Weight:	1.94 oz (55.0 g)
Dimensions:	Length: 1.60 in (40.6 mm) Width: 0.78 in (19.8 mm) Height: 1.69 in (42.9 mm)
Motor Type:	Coreless
Gear Type:	Metal
Rotation/Support:	Dual Bearings

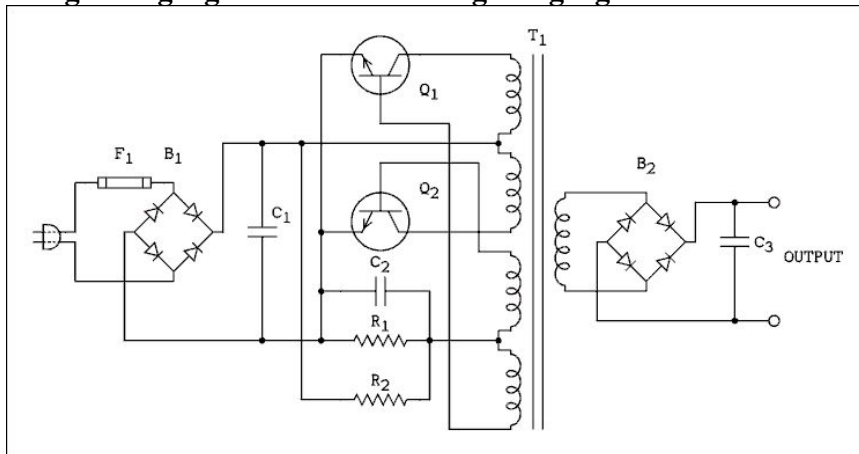
Additional Specifications

Rotational Range:	180°
Pulse Cycle:	20 ms
Pulse Width:	1000-2000 μ s
Connector Type:	JR

3.2 SPS

SPS adalah power supply dengan regulasi switching atau lebih dikenal sebagai power supply switching. Kelebihan power supply switching adalah efisiensi daya yang besar sampai sekitar 83% jika dibandingkan dengan power supply dengan regulasi biasa yang menggunakan LM78xx. Efisiensi yang rendah pada regulator LM78xx dikarenakan kelebihan tegangan input regulator akan dirubah menjadi panas sehingga sebagian besar daya input akan hilang karena dirubah menjadi panas tersebut. Bagaimanapun juga semua regulator harus mendapatkan tegangan input yang lebih tinggi daripada tegangan regulasi output untuk mendapatkan tegangan yang teregulasi.

Tegangan regulasi dihasilkan dengan cara men-switching transistor seri 'on' atau 'off'. Dengan demikian duty cycle-nya menentukan tegangan DC rata-rata. Duty cycle dapat diatur melalui feedback negatif. Feedback ini dihasilkan dari suatu komparator tegangan yang membandingkan tegangan DC rata-rata dengan tegangan referensi.



3.3 Wiring

Secara global, sistem tangan robot yang digunakan memiliki bagian utama yaitu:

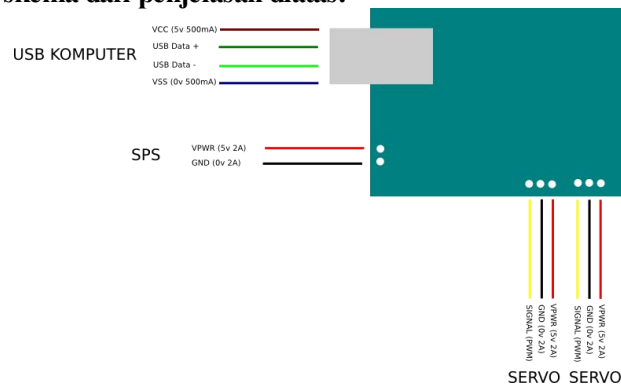
- Servo sebanyak 2 unit
- Controller sebanyak 1 unit
- SPS sebanyak 1 unit
- Komputer sebanyak 1 unit.

Untuk koneksi antara Controller dengan bagian-bagian lainnya dijelaskan seperti berikut:

- Wiring antara Controller dan masing-masing servo memiliki 3 jalur yaitu jalur positif 6 volt, ground, dan sinyal.
- Wiring antara Controller dan SPS memiliki 2 jalur yaitu jalur positif 6 volt dan ground.
- Wiring antara Controller dan Komputer memiliki 4 jalur yaitu jalur positif 5 volt, ground, USB data positif, dan USB data negatif.

Perlu diketahui bahwa ground SPS dan Servo terhubung, sedangkan dengan Komputer terpisah.

Perlu diketahui pula bahwa arus di jalur Komputer hanya 500mA, sedangkan di jalur SPS dan servo mencapai 2 Ampere. Kamera dan Komputer terhubung secara langsung melalui jalur USB. Untuk memudahkan maka berikut skema dari penjelasan diatas:



3.4 PCB

PCB atau printed circuit board adalah papan yang telah dicetak jalur tembaga sebagai tempat komponen elektronik disolder dan jalur elektrisnya. Untuk dapat membuat PCB Controller yang digunakan dalam proyek ini maka diperlukan berikut ini:

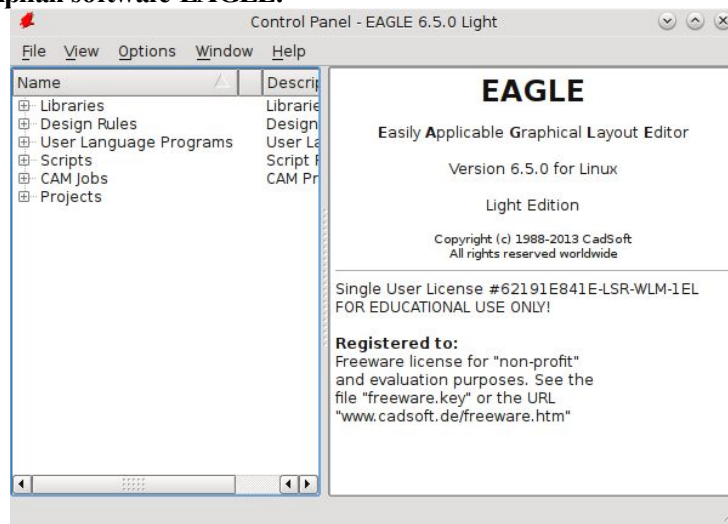
- Software CAD (Computer Aided Design)
- PCB Manufaktur.

Untuk PCB Manufaktur disini dipercayakan kepada CV. Maxtron Persada Indonesia. Perusahaan ini merupakan perusahaan nasional yang bergerak di bidang manufaktur PCB kualitas tinggi dan penyedia mesin CNC untuk produksi PCB. Alasan mengapa dipilih perusahaan ini selain karena hasil manufakturnya yang berkualitas juga letaknya yang masih area Surabaya-Sidoarjo. Untuk informasi lebih lanjut dapat kunjungi situs resmi <http://www.maxtronpersada.com/>

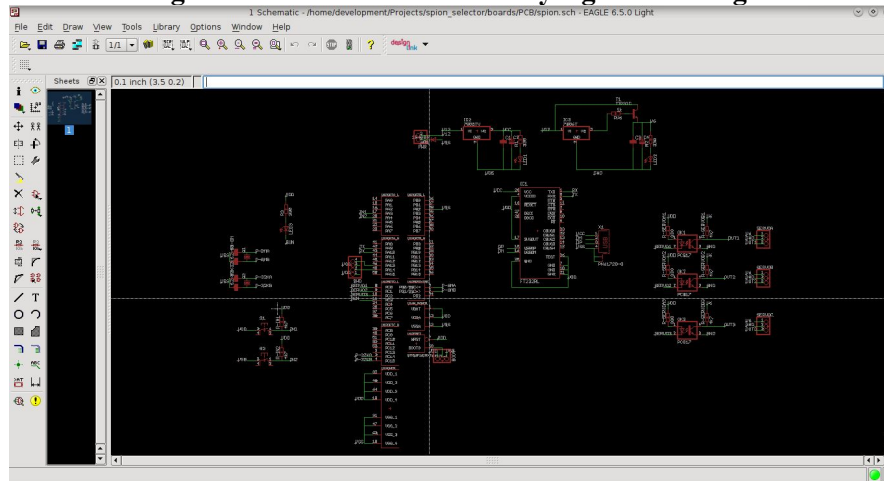
Selanjutnya adalah Software Computer Aided Design. Software CAD digunakan untuk mendesain baik skematik maupun layout sebelum di kirim ke perusahaan manufaktur PCB. Software CAD untuk PCB yang digunakan disini adalah EAGLE. Untuk menginstal EAGLE di LinuxMint dari internet dengan mengetikkan di terminal:

```
sudo apt-get install eagle
```

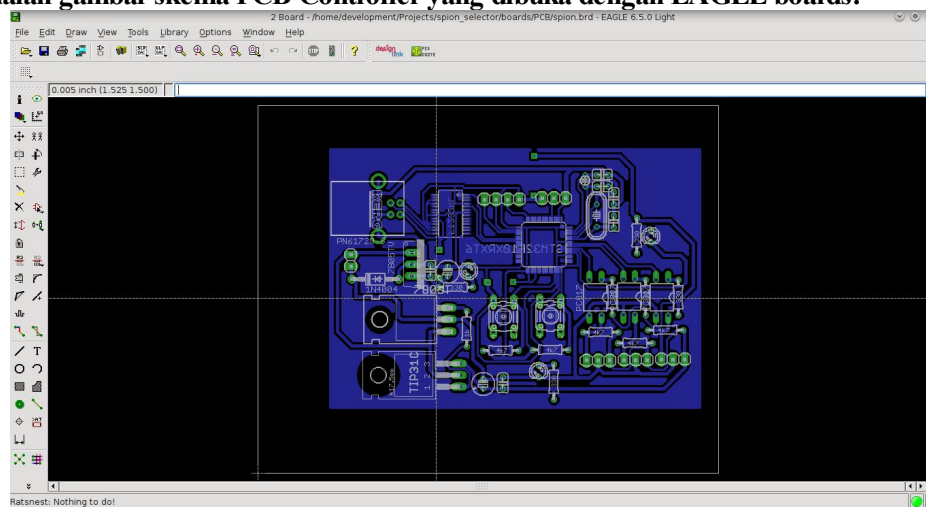
Berikut adalah tampilan software EAGLE:



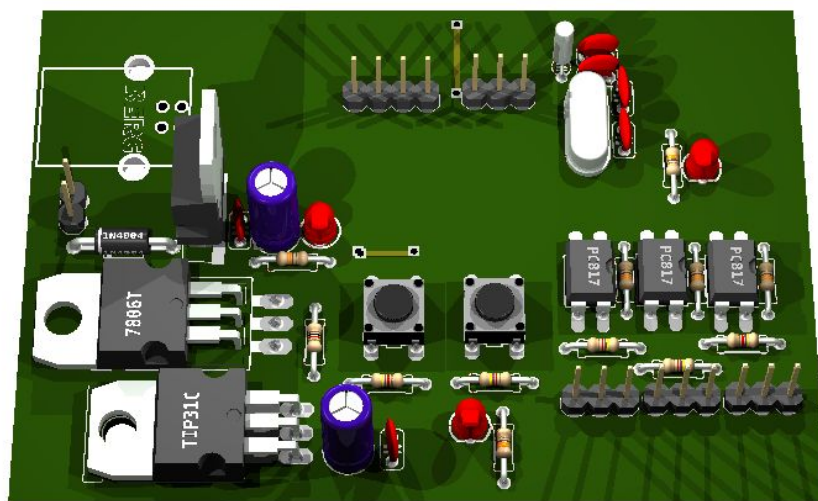
Berikut adalah gambar skema PCB Controller yang dibuka dengan EAGLE schmeatic:

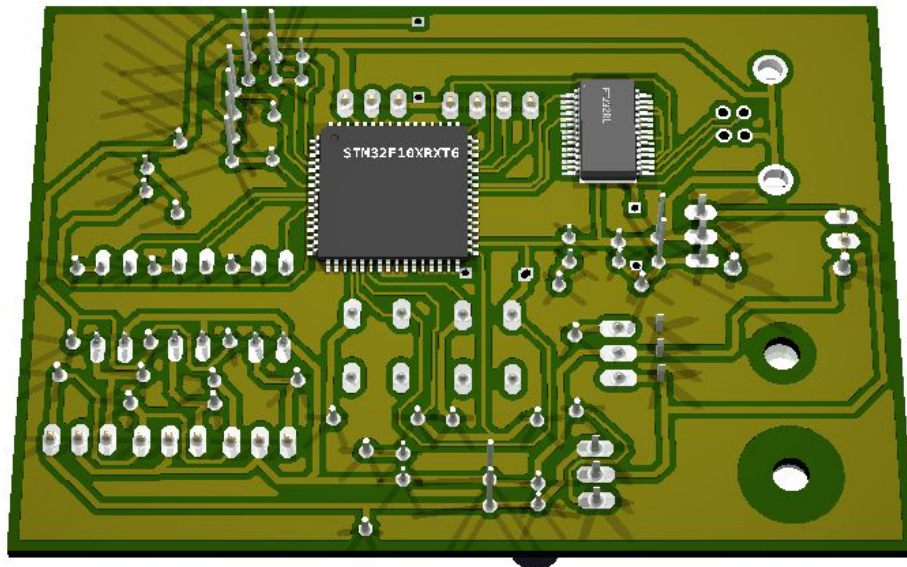


Berikut adalah gambar skema PCB Controller yang dibuka dengan EAGLE boards:



Berikut ilustrasinya secara 3D di posisi TOP dan BOTTOM:





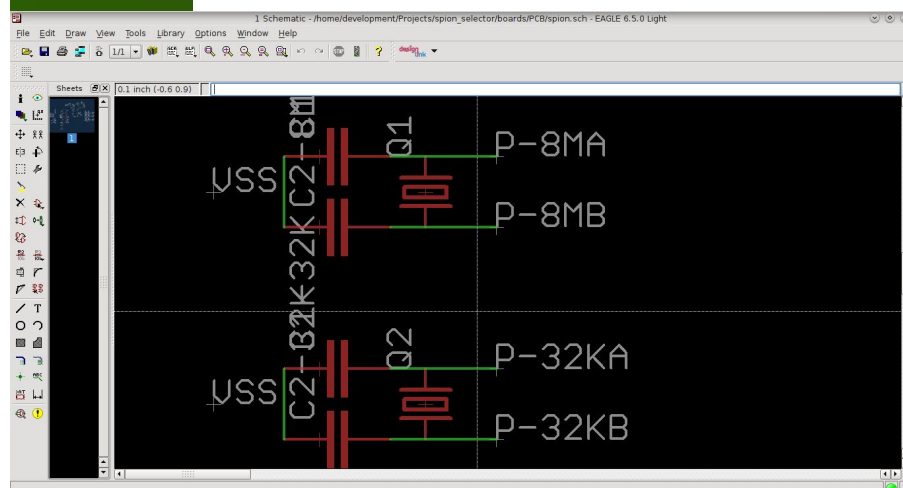
Selanjutnya adalah beberapa bagian penting dari skema PCB Controller meliputi:

1. Pembangkit Clock

Pembangkit clock ini digunakan untuk membangkitkan pulsa elektrik yang akan digunakan sebagai acuan chip controller bekerja. Terbagi dalam dua jenis frekuensi:

- 32khz digunakan ketika chip utama di program
- 8mhz digunakan ketika chip utama berproses

Berikut adalah potongan gambar skema PCB Controller yang menunjukkan bagian Pembangkit Clock

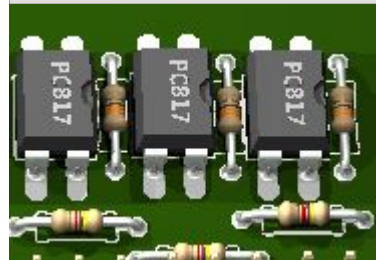
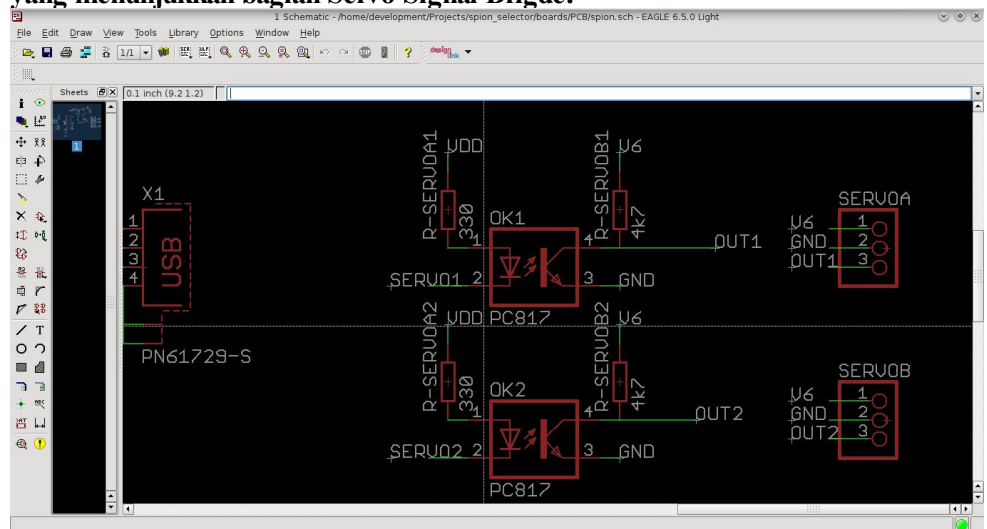


2. Servo Signal Bridge

Dalam mengoperasikan aktuator servo, diperlukan komponen sebagai jembatan sinyal antara chip utama dan servo. Beberapa alasan dibutuhkan jembatan sinyal adalah:

- Level tegangan chip utama adalah 3,3v sedangkan servo adalah 6 volt.
- Chip utama bekerja pada arus dibawah 500mA sedangkan servo diatas 1A.
- Servo menghasilkan induksi balik sehingga chip utama dan servo perlu memiliki acuan tegangan 0 terpisah.

Untuk memenuhi kebutuhan inilah digunakan IC PC817 sebagai jembatan antara chip utama dan servo. Komponen PC817 terdiri dari LED (untuk sisi chip) dan PhotoTransistor (untuk sisi servo). Mekanisme kerja PC817 adalah switch PhotoTransistor di kendalikan oleh sinyal cahaya dari LED. Oleh karena sinyal antara sisi LED dan PhotoTransistor bukan sinyal listrik (melainkan cahaya), maka LED dan PhotoTransistor dapat bekerja di level tegangan, arus dan acuan tegangan yang terpisah. Berikut adalah potongan gambar skema PCB Controller yang menunjukkan bagian Servo Signal Bridge:



3. Power Regulator merupakan bagian opsional yang berfungsi untuk mengatur tegangan tenaga yang masuk ke circuit agar sesuai dengan kebutuhan. Disini digunakan dua jenis IC regulator:

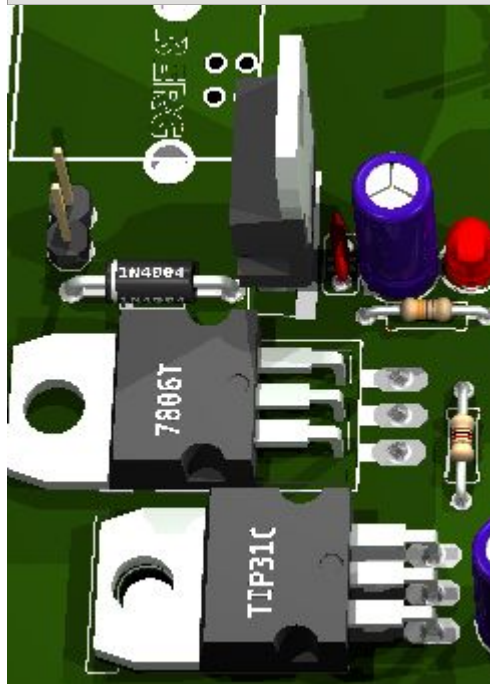
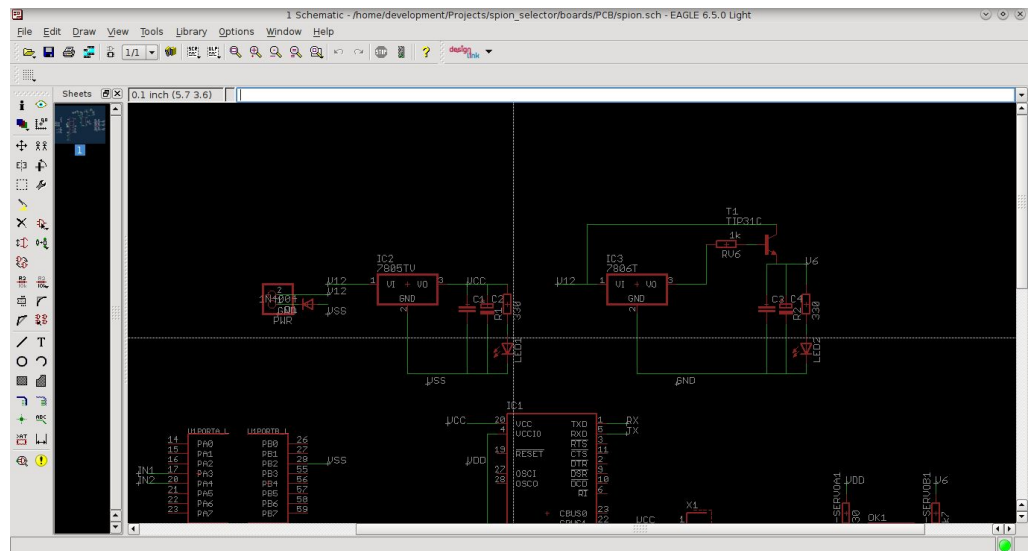
- 7806 untuk tenaga ke servo sebesar 6 volt.
- 7805 untuk rangkaian ke chip sebesar 5 volt.

Pada setiap segmen telah ditambahkan LED untuk indikator dan Electrolite Capacitor untuk menstabilkan tegangan. Arus maximal yang dikeluarkan di setiap IC adalah 1A.

Khusus untuk servo, digunakan pula Transistor TIP 31C untuk menambahkan arus ke servo dengan sumber arus asli. Namun dalam proyek ini, segmen ini tidak digunakan karena digantikan oleh:

- Untuk servo tenaga diperoleh dari SPS sebesar 5 volt 2 Ampere.
- Untuk chip tenaga diperoleh dari USB Komputer sebesar 5 volt 500mA.

Berikut adalah potongan gambar skema PCB Controller yang menunjukkan bagian Power Regulator:

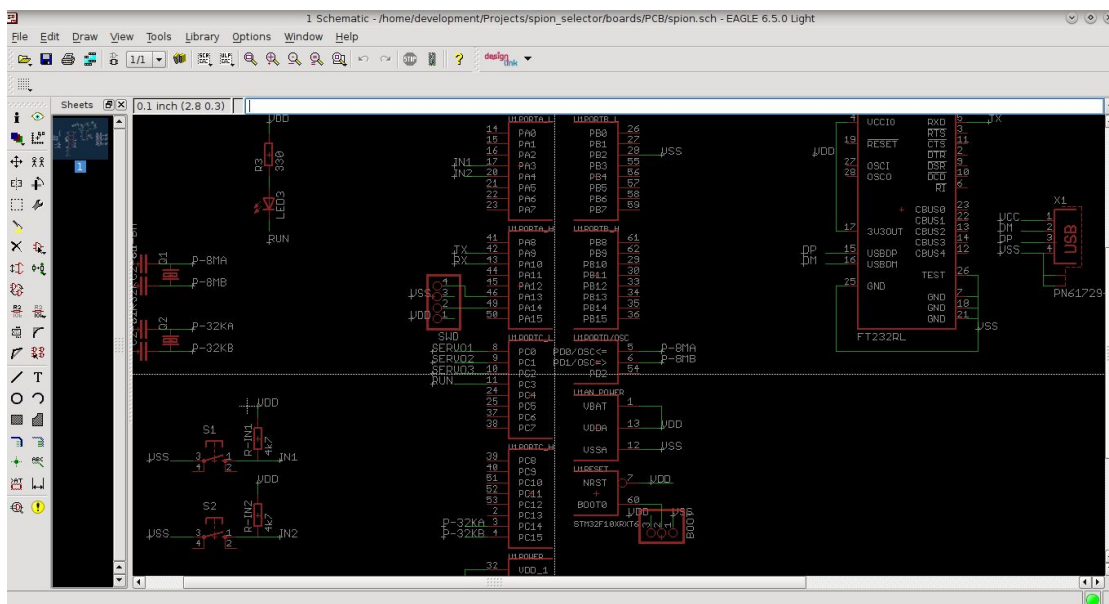


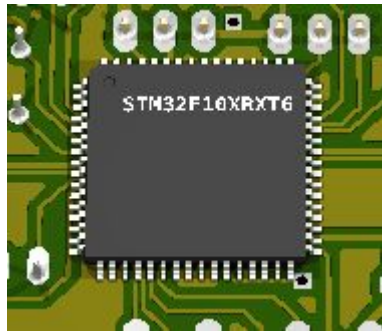
3.5 Kamera

Kamera yang digunakan adalah Logitech C920. Kamera ini digunakan untuk mengambil gambar dan selanjutnya diproses. Spesifikasi kamera ini adalah:

- HD 1080p Video At 30 fps
- Wide 78° Diagonal Field Of View
- Carl Zeiss Glass Autofocus Lens
- Omni-Directional Dual Stereo Microphones
- Multiple Mounting Options
- UVC H.264 Compliant
- Plug-And-Play







4.2 FTDI

Chapter 5. Real-Time Operating System (RTOS)

5.1 HAL

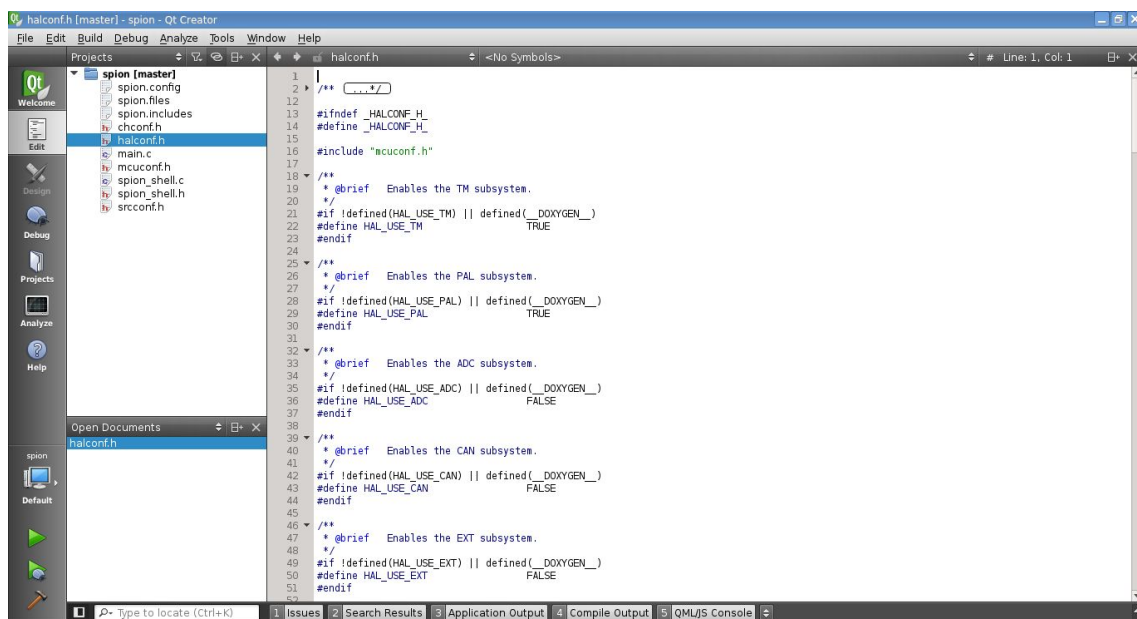
Pada bagian ini akan dijelaskan tentang HAL (Hardware Abstraction Layer) yang digunakan dalam proyek ini. Karena penjelasan ini adalah bagian dari RTOS (Real Time Operating System) yang akan ditanamkan di chip controller, maka diperlukan software Qt Creator untuk membuka file-file kode sumber yang ada di folder project. Untuk menginstal Qt Creator di LinuxMint dari internet dengan mengetikkan di terminal:

```
sudo apt-get install qtcreator qtdeclarative5-qtquick2-plugin
```

RTOS adalah kependekan dari Real Time Operating System. RTOS disini yang digunakan ChibiOS yang merupakan sekumpulan template kode sumber dalam bahasa C dan Makefile untuk membuat firmware multitask pada sistem ARM. Lebih lanjut tentang ChibiOS dapat dilihat di alamat: <http://chibios.org>

Sementara HAL itu sendiri adalah kependekan dari Hardware Abstraction Layer. HAL merupakan fitur pada RTOS yang memungkinkan pengembang tidak harus menggunakan register-register low level dalam membuat firmwarena. Register low level sifatnya sangat bergantung kepada tipe dan merek chip sekalipun sama-sama memiliki arsitektur ARM. Untuk itulah dibuat fitur HAL sehingga pada level tertinggi dari hirarki fungsi, pengembang dapat menggunakan fungsi-fungsi yang sama untuk beragam tipe dan merek chip selama telah RTOS memiliki HAL-nya.

Selanjutnya adalah membuka file bertipe *.creator. Maka akan muncul tampilan seperti berikut:



Pembahasan hanya difokuskan pada kode dasar (codebase) yang ditulis oleh pengembang. Sedangkan untuk kode sisanya dapat menggunakan template untuk seri STM32F103 yang telah disiapkan oleh pengembang ChibiOS/RT. Sebelum mengatur HAL pengembang menyarankan agar membuka dulu file chconf.c yang berisi pengaturan terhadap kernel ChibiOS/RT. Disarankan untuk mematikan seluruh opsi Debugging untuk mengurangi konsumsi memory flash dan SRAM kecuali jika memang dibutuhkan.

```

345  /*=====*/
346  /**
347   * @name Debug options
348   * @{
349   */
350  /*=====*/
351
352  /**
353   * @brief Debug option, system state check.
354   * @details If enabled the correct call protocol for system APIs is checked
355   *          at runtime.
356   *
357   * @note The default is @p FALSE.
358   */
359  #if !defined(CH_DBG_SYSTEM_STATE_CHECK) || defined(__DOXYGEN__)
360  #define CH_DBG_SYSTEM_STATE_CHECK FALSE
361  #endif
362
363  /**
364   * @brief Debug option, parameters checks.
365   * @details If enabled then the checks on the API functions input
366   *          parameters are activated.
367   *
368   * @note The default is @p FALSE.
369   */
370  #if !defined(CH_DBG_ENABLE_CHECKS) || defined(__DOXYGEN__)
371  #define CH_DBG_ENABLE_CHECKS FALSE
372  #endif
373
374  /**
375   * @brief Debug option, consistency checks.
376   * @details If enabled then all the assertions in the kernel code are
377   *          activated. This includes consistency checks inside the kernel,
378   *          runtime anomalies and port-defined checks.
379   *
380   * @note The default is @p FALSE.
381   */
382  #if !defined(CH_DBG_ENABLE_ASSERTS) || defined(__DOXYGEN__)
383  #define CH_DBG_ENABLE_ASSERTS FALSE
384  #endif

```

5.2 Threads

5.3 Commands

Chapter 6. Octave

6.1 Instalasi

6.2 Image Processing

6.3 Mekanisme