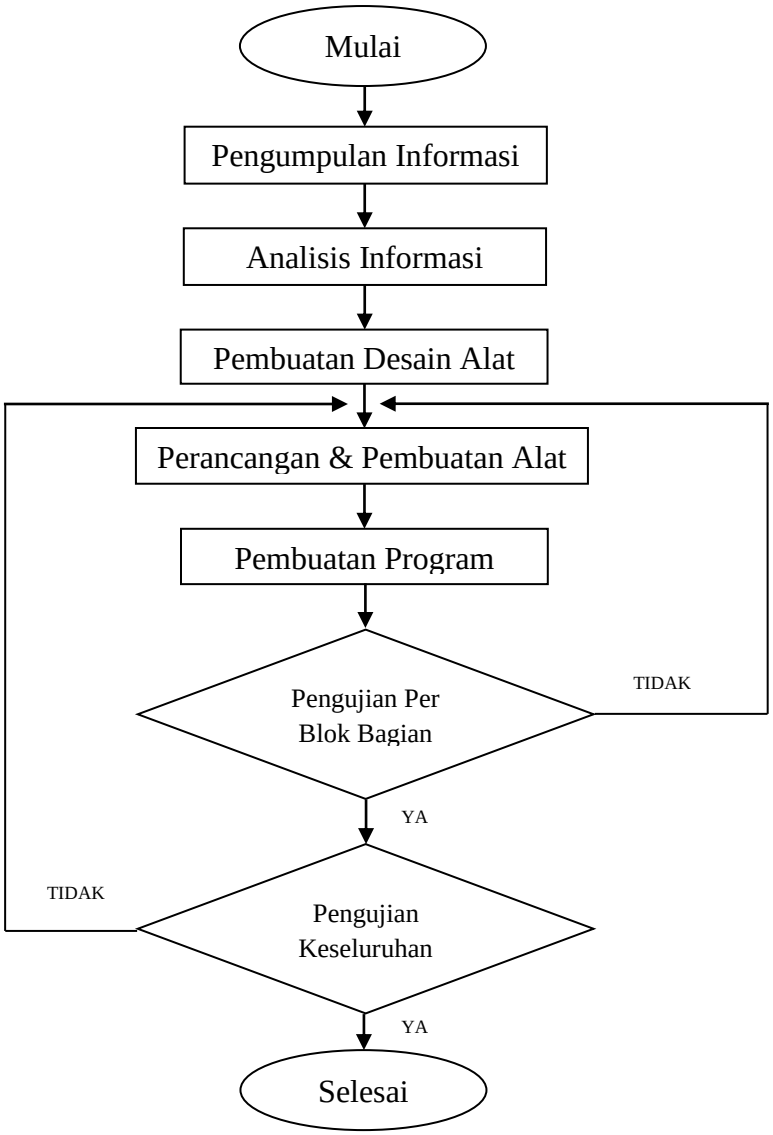
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram blok penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.1 Diagram Blok Alir Penelitian

3.1.1 Penjelasan Blok Diagram

a) Mulai

Pada penelitian ini dimulai dengan perencanaan bentuk, tata letak pemasangan komponen dan sistem mekanik pada alat pengendali *gimbal*.

b) Pengumpulan Informasi

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data-data dan informasi dari buku maupun dari internet yang berkaitan dengan bahan dan berbagai komponen yang digunakan dalam alat.

c) Analisis Informasi

Tahap selanjutnya data-data dan informasi yang diperoleh dari buku maupun dari internet akan dilakukan proses analisis informasi yang berfungsi untuk menentukan bahan, bentuk, serta komponen yang digunakan dalam alat.

d) Pembuatan Desain Alat

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan desain alat yang bertujuan untuk mengetahui gambar sesungguhnya dari alat yang akan dibuat dan mengetahui komponen-komponen yang saling terhubung.

e) Perancangan Alat

Setelah dilakukan pembuatan desain alat, bahan-bahan dan komponen-komponen yang telah terkumpul akan dilakukan proses perancangan alat sesuai dengan desain yang telah dibuat.

f) Pengujian Per Blok Rangkaian

Pada tahap ini dilakukan pengujian per blok rangkaian berupa bagian rangkaian yang terpisah sebelum disatukan menjadi satu alat, sehingga apabila masih terjadi kerusakan atau kesalahan dapat dilakukan perbaikan pada perancangan alat.

g) Pembuatan Program

Setelah dilakukan pengujian per blok, maka akan dilakukan proses pembuatan program sehingga alat dapat bekerja sesuai dengan harapan yang diinginkan.

h) Pengujian Keseluruhan

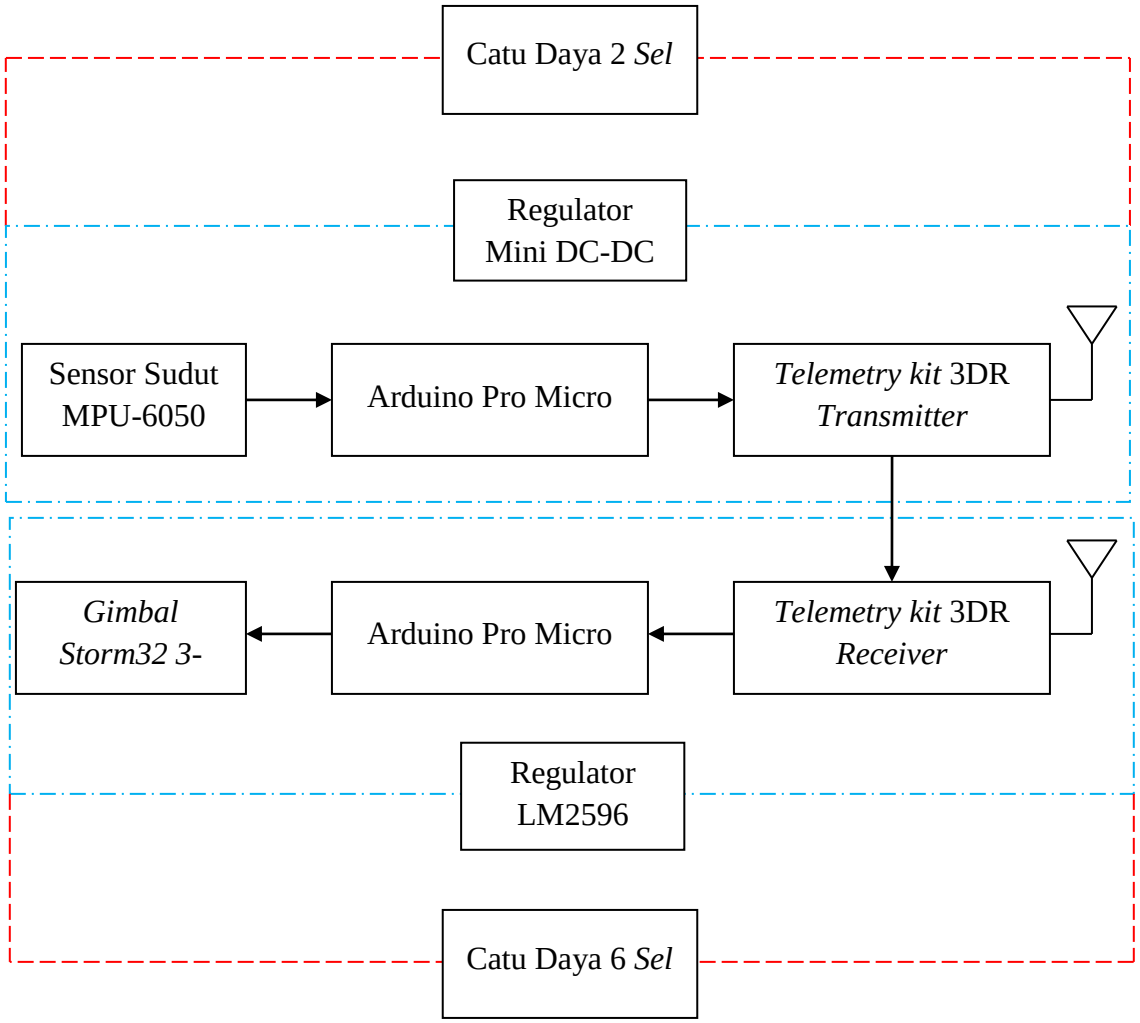
Pengujian keseluruhan dilakukan setelah semua rangkaian digabungkan menjadi satu alat dan telah dilengkapi dengan sensor maupun alat pendukung, namun apabila masih terjadi kerusakan atau kegagalan sistem maka perlu dilakukan perbaikan program ataupun perancangan alat, sehingga alat dapat bekerja dengan baik.

i) Selesai

Tahap terakhir yaitu, berisikan hasil akhir yang diperoleh setelah penelitian selesai.

3.2 Rancangan

Secara umum pengendali *gimbal* menggunakan *gesture* kepala ini terdiri dari 2 bagian dasar, yaitu bagian perangkat keras (*hardware*) dan bagian perangkat lunak (*software*). Sistem tersebut akan menyediakan data bagi perangkat kontrol untuk mengendalikan *gimbal 3-axis.* Sensor yang digunakan yaitu, sensor sudut (MPU6050) yang terdiri dari *accelerometer* dan *gyroscope*. Data masukan dari sensor tersebut akan diterima dan diolah oleh mikrokontroler Arduino Pro Micro dengan perantara *Telemetry kit* 3DR, selanjutnya data keluaran yang berupa nilai ADC dan PWM akan mengatur putaran sudut *gimbal 3-axis* sesuai dengan nilai *input* yang dibaca oleh sensor sudut sehingga pergerakannya menyerupai *gesture* kepala.



Gambar 3.2 Diagram Blok Keseluruhan Sistem

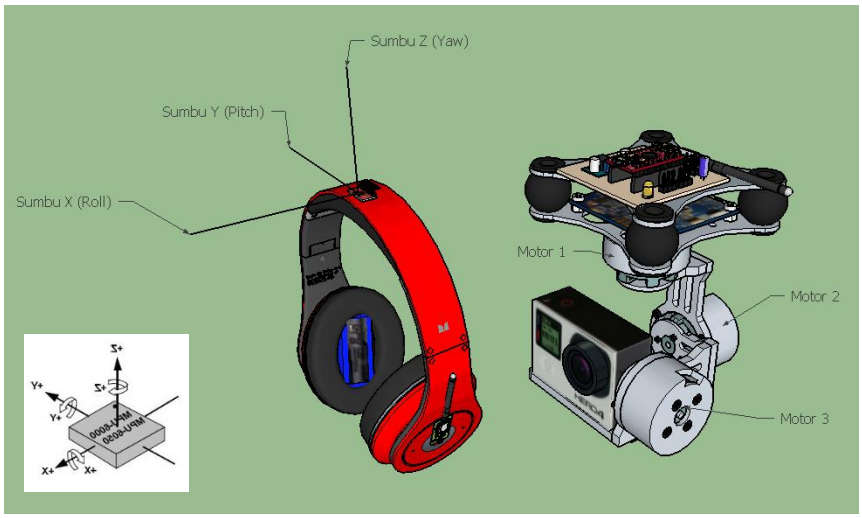
Prinsip kerja diagram blok sistem adalah sebagai berikut:

1. Baterai lipo 2 *sel* berfungsi sebagai pencatu daya mikrokontroler dan komponen yang terletak dikepala.
2. Regulator mini DC-DC berfungsi sebagai penurun tegangan sumber.
3. Sensor sudut akan aktif dan akan memberikan *input* data pada mikrokontroler.

4. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah data yang diterima oleh sensor sudut yang kemudian data akan dikirim melalui telemetri 3DR (*transmitter*).
5. Baterai lipo 6 *sel* berfungsi sebagai pencatu daya *gimbal* dan komponen yang terletak pada *drone.*
6. Regulator LM2596 berfungsi sebagai penurun tegangan sumber untuk komponen.
7. Telemetri 3DR (*receiver*) akan menerima data yang selanjutnya diolah oleh mikrokontroler.
8. Mikrokontroler memberikan *input* kepada *brushless motor gimbal,* dimana *brushless motor gimbal* ini akan bekerja jika mikrokontroler memberikan nilai data berupa besaran sudut yang diperoleh dari sensor MPU6050 dimana nilai tersebut telah diolah sedemikian rupa dan ditransmisikan melalui sistem komunikasi PWM.

3.2.1 Skenario Perancangan

Pada tugas akhir ini sebelum merancang sebuah sistem, dilakukan skenario perancangan terlebih dahulu dimana pergerakan sensor sudut (MPU 6050) yang terletak pada *head unit* akan mengendalikan gerak *gimbal 3-axis.* Sensor sudut yang digunakan memiliki 3 *Degree Of Freedom* (derajat kebebasan) yaitu, derajat independensi yang diperlukan untuk menyatakan posisi suatu sistem pada setiap saat. Berikut adalah gambar skenario perancangan sensor sudut pada *head unit* mengendalikan gerak *gimbal 3-axis.*



Gambar 3.3 Skenario Perancangan *Head Unit* dan *Gimbal*

3DOF pada sensor sudut yang terletak di *head unit* untuk sumbu X akan mengendalikan motor 2 yaitu pergerakan *roll*, untuk sumbu Y akan mengendalikan motor 3 yaitu pergerakan *pitch*, dan sumbu Z akan mengendalikan motor 1 yaitu pergerakan *yaw*. 3DOF pada sensor sudut saling berkaitan, dimana dapat mengendalikan *gimbal* sumbu X, Y, dan Z secara bergiliran.

3.2.2 Perancangan Sensor

Sistem perangkat yang digunakan untuk pengendali *gimbal 3-axis* ini menggunakan sensor sudut MPU-6050 (6 *Axis* GY-521) dan kontroler yang berfungsi untuk mengolah data yang diperoleh dari sensor tersebut.

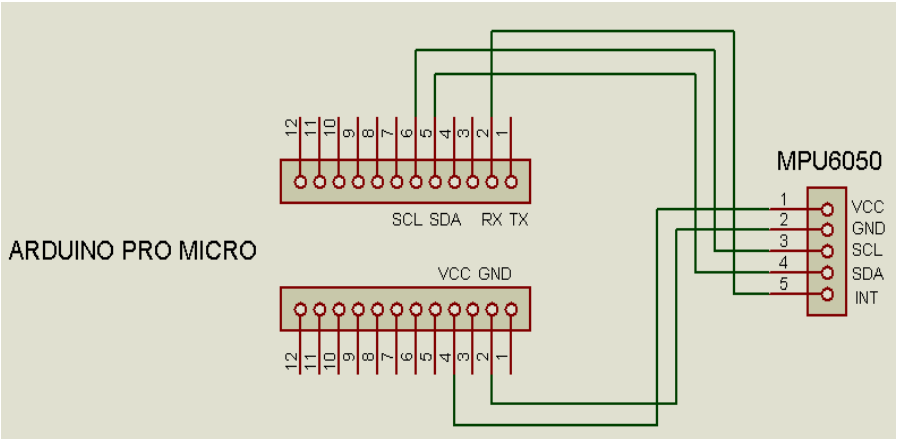
3.2.2.1 Perancangan Sensor MPU-6050 (6 *Axis* GY-521)

Pada penelitian akhir ini menggunakan sensor MPU6050 yang merupakan komponen elektronika dan berfungsi untuk mengukur percepatan (*accelerometer*) dan mendeteksi gerak terpadu (*gyroscope*) dimana sensor ini akan digunakan sebagai pengendali *gimbal*.

Gambar 3.4 Pin yang Digunakan Pada MPU6050
(**Sumber:** http://ow.ly/Vy2t303dWZY, 2016)

Modul sensor ini terdiri dari komponen tambahan yaitu, regulator tegangan 3.3 volt beserta komponen penunjang sebagai suplai daya MPU6050, dua buah komponen tahanan *pullup* pada pin SDA dan SCL, dan 8 buah pin eksternal sebagai penghubung antara MPU6050 dengan mikrokontroler. Modul sensor ini dihubungkan ke *shield board* Arduino Pro Micro dengan kabel 5 jalur masing-masing ialah VCC, GND, SDA, SCL, dan INT. Kabel penghubung mengunakan kabel pelangi yang diberi soket hitam, agar nantinya mudah untuk dipasang pada *shield board.*

Pin yang digunakan pada alat ini adalah pin 1 (Vcc), pin 2 (*Ground*), pin 3 (*Serial Clock Line*), pin 4 (*Serial Data*) dan pin 8 (*Interrupt*), dimana setiap pin tersebut dihubungkan pada *shield board* mikrokontroler Arduino Pro Micro yaitu pada pin 1 dihubungkan ke sumber tegangan (Vcc), pin 2 dihubungkan ke *ground*, sedangkan pin 3 dihubungkan dengan PORTD.0, pin 4 dihubungkan dengan PORTD.1, dan pin 8 dihubungkan dengan PORTD.2. Berikut adalah gambar skematik pada PROTEUS ISIS.

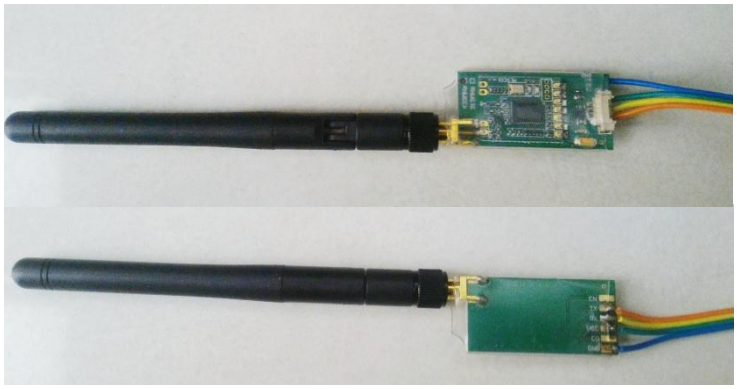


Gambar 3.5 Skema Rangkaian MPU-6050 Ke Arduino Pro Micro

3.2.3 Perancangan Modul *Telemetry Kit* 3DR

Dalam perancangan alat ini, penulis menggunakan komponen modul *telemetry kit* 3DR karena dalam penerapannya, alat ini membutuhkan media pengiriman data antar mikrokontroler. Telemetri yang digunakan berjumlah dua buah, dengan masing-masing fungsi sebagai *transmitter* (pengirim) dan *receiver* (penerima). Beberapa hal yang mendasari digunakannya modul *telemetry kit* 3DR ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran modul relatif kecil: 17 x 69mm (tanpa antena).
2. Berat modul: 16.8g.
3. Bekerja pada frekuensi 433MHz.
4. Daya transmisi hingga 20dBm (100mW).
5. Kecepatan transfer data hingga 250Kbps.
6. Dapat memperbaiki kesalahan data hingga 25%.
7. Jangkauan transmisi dapat mencapai beberapa mil jauhnya dengan menggunakan antenna kecil *omni-directional.*



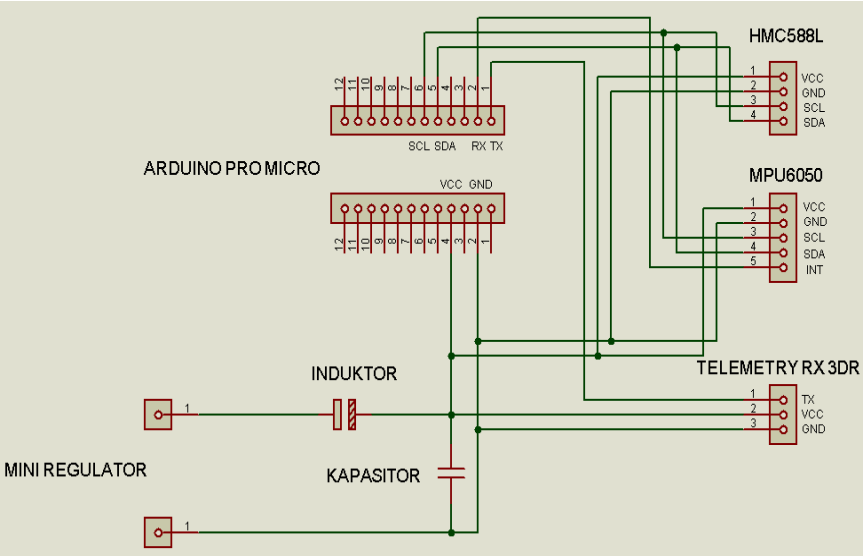
Gambar 3.6 Modul *Telemetry Kit* 3DR

Seperti pada gambar diatas, modul telemetri memiliki 6 pin keluaran, tetapi yang dibutuhkan pada alat ini hanya 4 pin keluaran saja yaitu, TX (*transmitter*), RX (*receiver*), VCC, dan *Ground.* Dalam penerapannya modul telemetri masing-masing terhubung dengan dua buah rangkaian mikrokontroler, dimana rangkaian mikrokontroler 1 dan telemetri 1 adalah rangkaian yang digunakan pada *head unit*. Rangkaian mikrokontroler 2 dan telemetri 2 adalah rangkaian yang digunakan pada *gimbal*. Pin VCC pada modul telemetri 1 dihubungkan dengan VCC mikrokontroler 1, pin *ground* modul telemetri 1 dihungkan dengan *ground* mikrokontroler 1, pin RX (*receiver)* pada modul telemetri 1 dihubungkan dengan pin PORTD.3/TX (*transmitter*) rangkaian mikrokontroler 1, karena pada rangkaian ini hanya berfungsi sebagai *transmitter* (pengirim). Sedangkan, pada pin VCC modul telemetri 2 dihubungkan dengan VCC mikrokontroler 2, pin *ground* modul telemetri 2 dihubungkan dengan *ground* mikrokontroler 2, pin TX (*transmitter*) pada modul telemetri 2 dihubungkan dengan pin PORTD.2/RX (*receiver*) rangkaian mikrokontroler 2, karena rangkaian ini hanya berfungsi sebagai *receiver* (penerima).

3.2.4 Perancangan *Shield Board* Rangkaian Kontroler

Shield board (papan PCB) adalah sebuah papan PCB yang dibuat khusus agar sebuah modul mikrokontroler dapat berhubungan dengan sistem yang sedang dikontrol serta menunjang kinerja yang lebih baik. Pada alat ini dibuat *shield board* khusus Arduino Pro Micro yang berfungsi untuk menghubungkan pin I/O dengan perangkat sensor yang digunakan serta komponen penunjang. Dalam merancang sebuah *shield board* diusahakan menggunakan rangkaian yang sekecil dan seringkas mungkin dengan pembuatan yang rapi. *Shield board* yang dibuat berjumlah 2 buah diantaranya adalah:

1. *Shield board* yang digunakan untuk *head unit.*

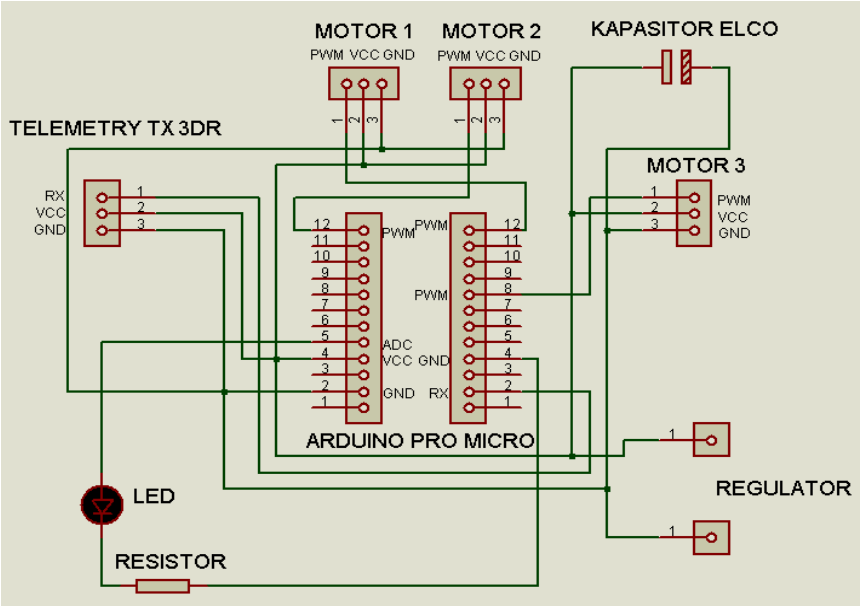


Gambar 3.7 Skema Rangkaian *Shield Board* Untuk *Head unit*

Berdasarkan skema yang cukup jelas diatas, diharapkan semua komponen mampu bekerja dengan baik sehingga dapat menunjang kinerja dari komponen utama Arduino Pro Micro. *Shield board* ini akan dihubungkan pada berbagai macam komponen dengan

ditancapkan pada pin *header male/female* yang telah disediakan diatasnya. Pin *header* yang digunakan bertujuan untuk memudahkan pada saat terjadi *trouble shooting* dengan melepaskan komponen dari *shield board*. Pada skema *shield board* ini disediakan keluaran untuk menghubungkan sensor MHC588L, hal ini dilakukan untuk berjaga-jaga apabila membutuhkan tambahan sensor tersebut. Peran utama Arduino Pro Micro ini adalah sebagai otak dari rangkaian *shield board*, dimana komponen ini bertugas sebagai penerima data dari sensor MPU-6050 dan HMC588L melalui PORTD.0 dan PORTD.1. Sedangkan pada media pengiriman data ke *shield board gimbal 3-axis* menggunakan modul *telemetry kit* 3DR (TX) melalui PORTD.3. Selanjutnya adalah *input* tegangan 5 volt yang berasal dari mini regulator DC-DC dihubung seri dengan induktor 100µH dan di paralel dengan kapasitor keramik 100nF.

2. *Shield board* yang digunakan untuk *gimbal 3-axis.*



Gambar 3.8 Skema Rangkaian *Shield Board* Untuk *gimbal 3-axis*

Skema *shield board* yang kedua ini memiliki fungsi yang sama dengan *shield board* sebelumnya dan sama-sama menggunakan Arduino Pro Micro. *Shield board* ini juga menghubungkan berbagai macam komponen dengan ditancapkan pada pin *header male/female* yang telah disediakan diatasnya. Pin *header* yang digunakan juga bertujuan untuk memudahkan pada saat terjadi *trouble shooting* dengan melepaskan komponen dari *shield board.* Peran utama Arduino Pro Micro sama seperti sebelumnya yaitu sebagai otak dari rangkaian *shield board* dimana komponen ini bertugas sebagai penerima data untuk menggerakkan *gimbal 3-axis* melalui PORTB.5, PORTB.6, dan PORTC.6. Sedangkan pada media penerimaan data dari *shield board head unit* menggunakan modul *telemetry kit* 3DR (RX) melalui PORTD.2. Selanjutnya adalah *input* tegangan 5 volt yang berasal dari regulator LM2596 dihubungkan dengan kapasitor *elco* 100µF yang berfungsi untuk meratakan tegangan sehingga terhindar dari *drop* tegangan. Pada rangkaian ini juga menggunakan indikator LED melalui PORTF.4 yang dihubung seri dengan resistor 330 ohm.

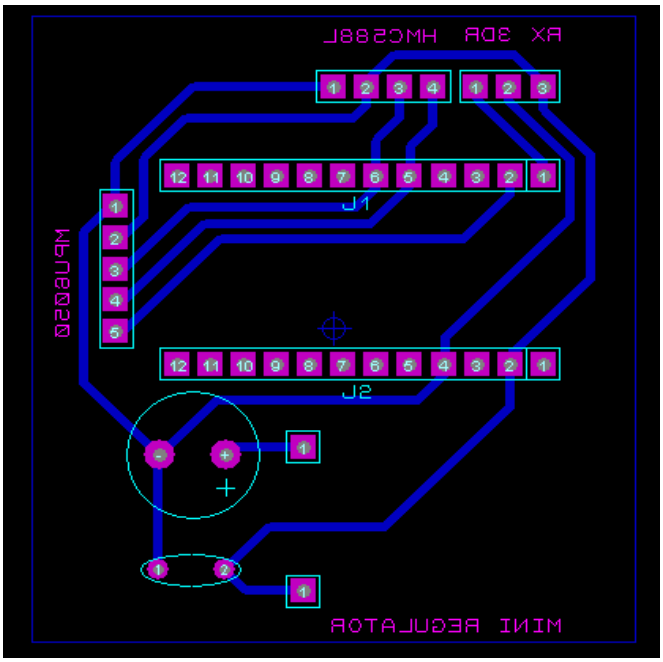
3.2.4.1 Proses Pembuatan *Shield Board* Rangkaian Kontroler

Pembuatan *shield board* dimulai dengan merancang desain rangkaian pada *software* PROTEUS ISIS, dimana menyiapkan komponen apa saja yang diperlukan sehingga dapat menggabungkan antar jalur dari setiap komponen dan semua komponen pada *shield board* saling terintegrasi seperti gambar 3.6 dan 3.7. Selanjutnya, desain di kirim ke *software* PROTEUS ARES, dimana *software* ini berfungsi untuk merancang dan mencetak *layout* PCB pada kertas *art paper* untuk dijadikan *shield board.* Ukuran yang dirancang masing-

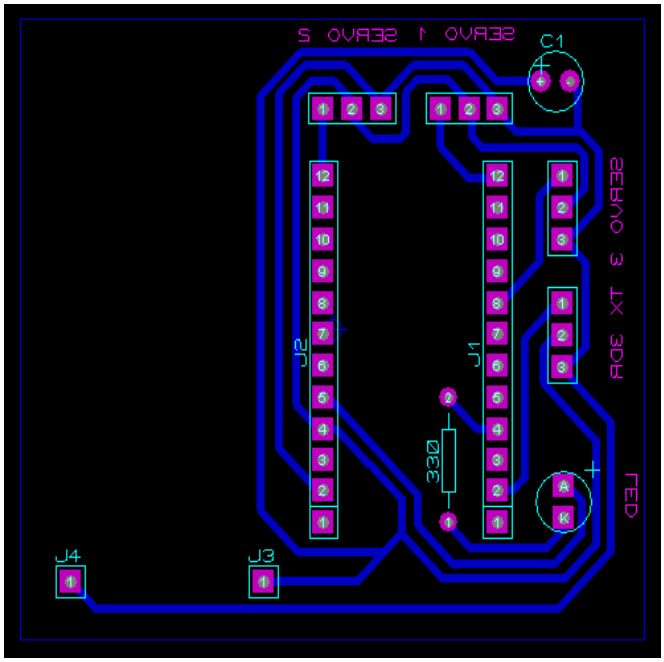
masing panjang 5 cm dan lebar 5,7 cm. Setelah tahap pembuatan desain selesai, penulis menyiapkan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan *shield board*.

Papan PCB dipotong terlebih dahulu sesuai dengan ukuran yang telah di desain. Selanjutnya mencetak *layout* PCB dalam kertas *art paper* menggunakan printer laser. Teknik pembuatan jalur PCB yang telah diterapkan ini adalah teknik *transfer paper*, dimana teknik ini adalah salah satu cara pembuatan jalur PCB yang relatif murah tetapi tetap berkualitas. Hasil *print* tersebut lalu diletakkan dan ditekan pada permukaan papan PCB untuk dipanaskan menggunakan mesin setrika listrik atau laminating, sehingga jalur yang telah di *print* pada *art paper* berpindah seutuhnya ke papan PCB. Setelah itu, rendam PCB dan kertas *art paper* pada air dingin sampai air meresap kedalam kertas yang menyebabkan kertas terlepas dengan sendirinya.

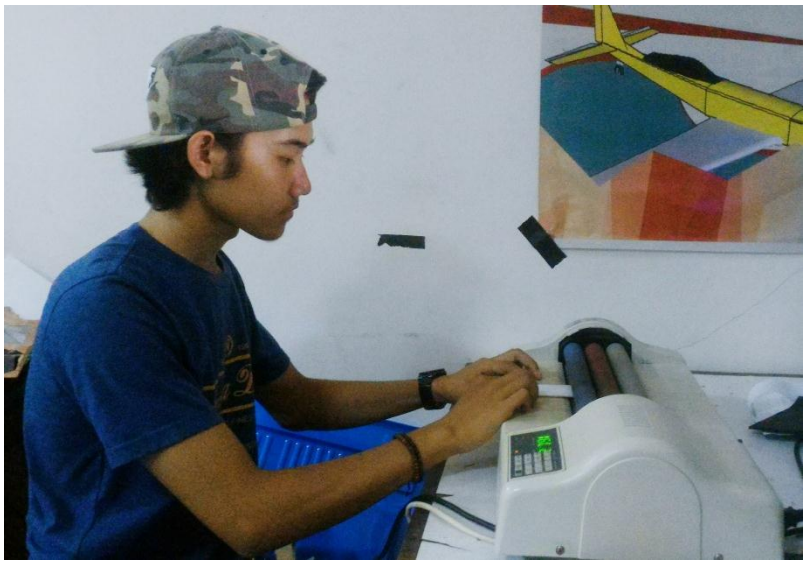
Tahap selanjutnya bersihkan PCB dari sisa kertas yang melekat menggunakan tangan, dilanjutkan dengan proses pelarutan PCB menggunakan cairan FeCl3, agar jalur dapat terbentuk. Untuk mempercepat proses pelarutan sabaiknya menggunakan air panas dan wadah yang tepat, agar pada saat wadah digoyang atau dimiring kanan-miring kiri, cairan tidak mengenai tangan dan tidak tumpah. Apabila telah selesai, maka PCB harus dibersihkan dengan air dingin dan diamplas hingga tinta yang membentuk jalur hilang digantikan oleh tembaga permukaan PCB. Langkah berikutnya yaitu pengeboran lubang komponen pada papan PCB dan memasang komponen sesuai dengan letak yang telah ditentukan pada *shield board.* Berikut adalah gambar-gambar saat proses pembuatan *shield board*.



Gambar 3.9 Desain Jalur *Shield Board* Untuk *Head unit* Pada PROTEUS ARES



Gambar 3.10 Desain Jalur *Shield Board* Untuk *Gimbal 3-Axis* Pada PROTEUS ARES



Gambar 3.11 Proses Pemindahan *Layout* Jalur Ke *Shield Board*

Gambar 3.12 Proses Pelarutan *Shield Board* Menggunakan Cairan FeCl3

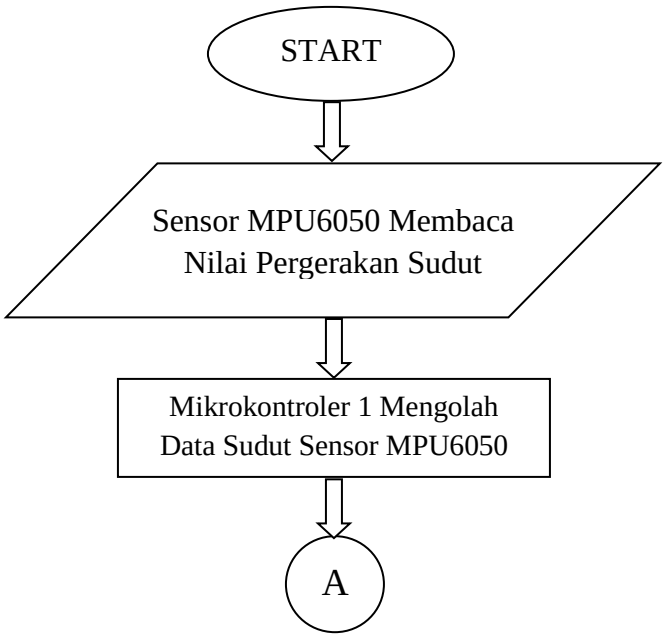
Gambar 3.13 Proses Pengeboran *Shield Board*

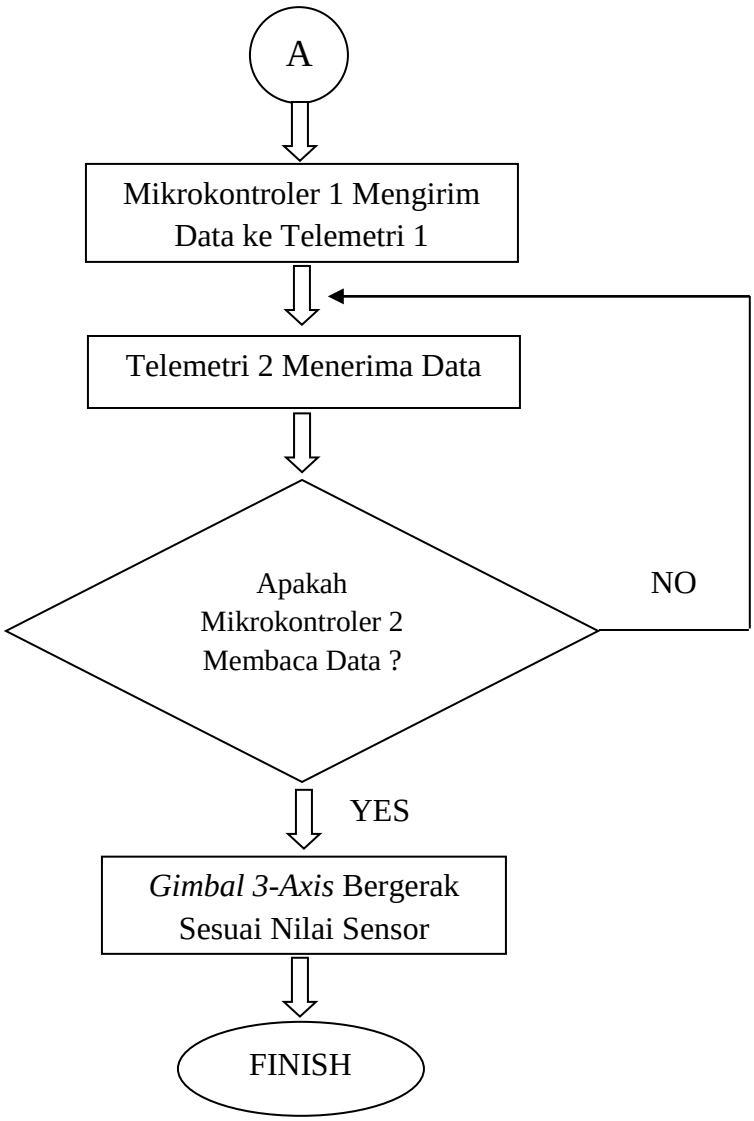
Gambar 3.14 Proses Pemasangan Komponen Pada *Shild board*

3.2.5 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak (*software*) digunakan sebagai kumpulan perintah agar mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan program yang dibuat. Untuk melakukan pemrograman pada Arduino Pro Micro digunakan sebuah *Interface Development Environment* (IDE) yang khusus untuk Arduino. Pada perangkat lunak yang berbasis JAVA ini memiliki fasilitas pendukung seperti contoh-contoh kode program, *compiler* khusus yang disesuaikan dengan perangkat keras Arduino yang sedang aktif, dan *serial monitor* sebagai penampil hasil program yang sedang berjalan pada mikrokontroler yang berupa angka dan huruf.

Software IDE ini menggunakan bahasa pemrograman C yang telah dimodifikasi sehingga memudahkan dalam pengetikan kode program. Selain itu juga terdapat *library* program yang sudah tersedia sehingga dapat digunakan sewaktu-waktu. Diagram alir (*flowchart*) sistem yang akan dirancang adalah prinsip kerja sistem secara keseluruhan. Berikut adalah *flowchart* prinsip kerja sistem secara keseluruhan.





Gambar 3.15 *Flowchart* Prinsip Kerja Sistem *Software* Secara Keseluruhan

Dari *flowchart* diatas dapat dilihat bahwa pada saat sistem dijalankan, sensor MPU6050 membaca nilai pergerakan sudut sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z yang telah dikalibrasi. Data dari pembacaan sensor akan diolah dan diberi perintah pada mikrokontroler 1 yang diletakkan pada *head unit*. Program akan memerintahkan *gimbal* untuk dapat bergerak mengikuti *gesture*

kepala pada sumbu Z (*yaw*) dengan pergerakan minimal 40° - maksimal 140°, sumbu Y (*pitch*) dengan pergerakan minimal 60° - maksimal 150°, dan sumbu X (*roll*) dengan pergerakan minimal 40° - maksimal 140°. Jika terjadi *error* dalam mengolah data pada mikrokontroler 1, maka sistem akan kembali lagi pada tahap pembacaan nilai sensor sudut, dan jika dalam proses pengolahan data tidak terjadi *error*, maka data hasil olahan akan dikirim oleh telemetri 1 yang terletak pada *head unit*.

Telemetri 2 yang terletak pada *gimbal* menerima data yang telah dikirim oleh telemetri 1. Selanjutnya mikrokontroler 2 yang diletakkan pada *gimbal* akan membaca data yang telah diterima. Program memerintahkan *gimbal* untuk kembali pada posisi awal (90°) ketika, telemetri 2 kehilangan sinyal terhadap telemetri 1. Sehingga mikrokontroler 2 tidak dapat membaca nilai sudut MPU6050 yang telah diolah, maka sistem akan kembali pada tahap pengiriman data dari telemetri 1. Jika data terbaca oleh mikrokontroler 2, maka *gimbal* akan bergerak sesuai dengan nilai sudut minimal – maksimal yang telah ditentukan pada sumbu X, Y, dan Z dengan data sensor sudut yang telah diolah.

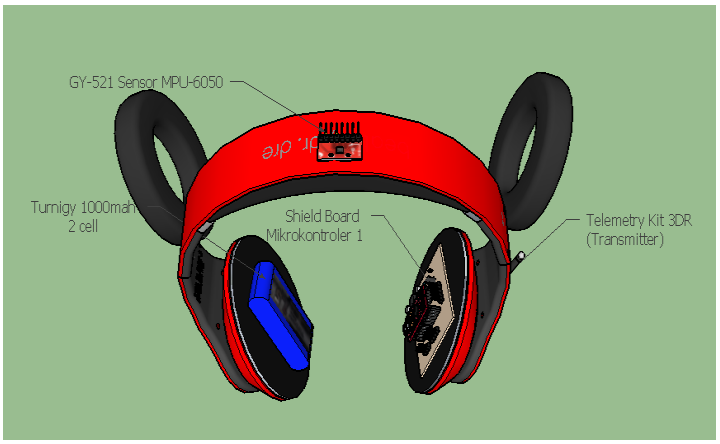
3.2.6 Perancangan Akhir dan Penempatan Komponen

Perancangan akhir alat pengendali *gimbal 3-axis* menggunakan *gesture* kepala ini menjelaskan mekanisme alat dalam bekerja, dimana pada saat alat ini bekerja mendapatkan hasil yang maksimal. Alat yang dirancang terdiri dari dua buah rangkaian yang terpisah yaitu:

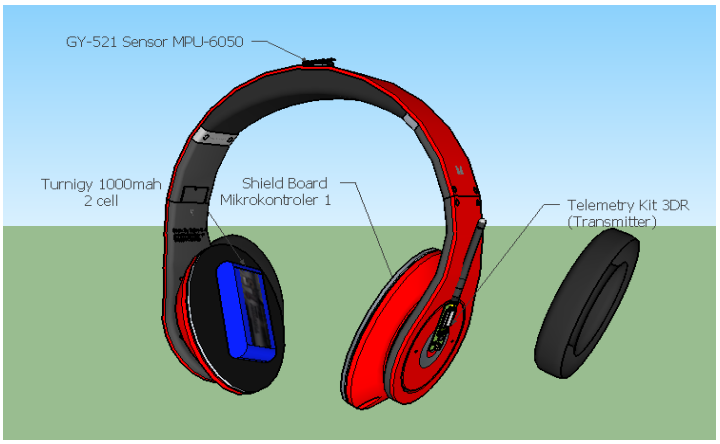
1. Rangkaian mikrokontroler 1 pada *head unit.*

Kerangka yang digunakan rangkaian mikrokontroler 1 ini adalah *head unit* yang banyak dijual dipasaran. Dipilihnya *head unit* karena, menurut penulis benda yang dapat digunakan di kepala dengan *casing* yang dapat dimanfaatkan dan menarik adalah *head unit.* Rangkaian mikrokontroler 1 diletakkan dalam *body* bagian kiri dari *head unit*, hal ini bertujuan untuk melindungi rangkaian agar terhindar dari gangguan *noise* dari luar. Baterai *lithium 2* sel diletakkan dalam *body* bagian kanan dari *head unit*, yang bertujuan untuk memberi kesan rapi pada alat ini. Pada *head unit* bagian atas diletakkan sensor sudut (MPU6050), karena sensor ini akan bekerja sesuai dengan *gesture* kepala, maka penempatannya harus sejajar dengan kepala. Pada *head unit* bagian kiri terdapat juga modul *telemetry kit* 3DR (*transmitter*) dan tombol *on-off* yang diletakkan pada luar *casing*. Hal ini bertujuan agar pada saat telemetri 1 bekerja, frekuensi tidak terganggu dan tombol mempermudah untuk melakukan *reset*. Berikut ini adalah gambar *design* 3D dari *shield board* mikrokontroler 1 pada *head unit.*

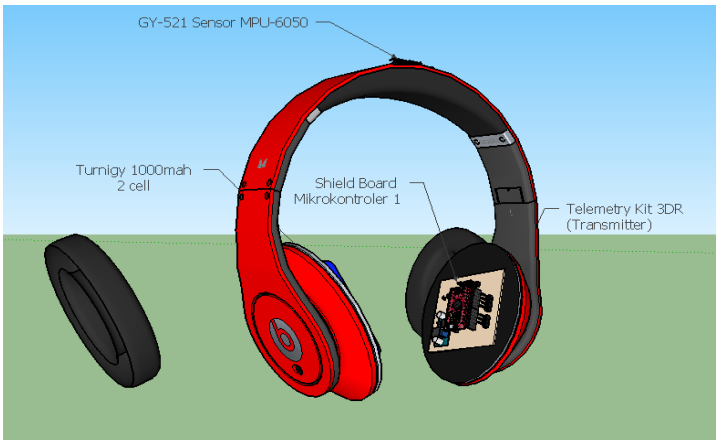
Gambar 3.16 *Head unit* Tampak Depan



Gambar 3.17 *Head unit* Tampak Atas



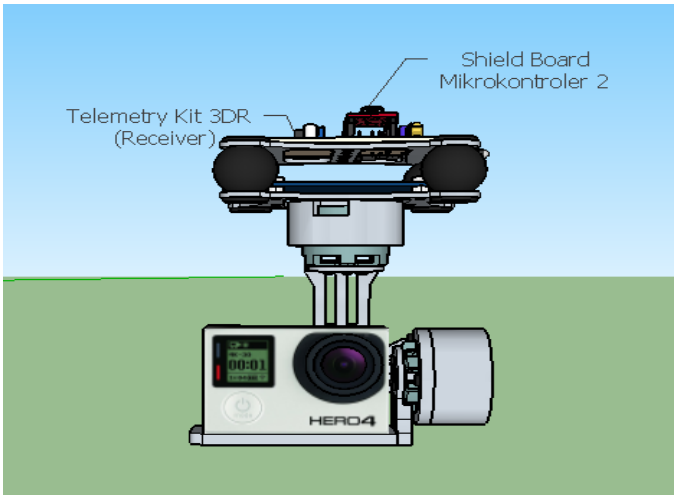
Gambar 3.18 *Head unit* Tampak Kanan



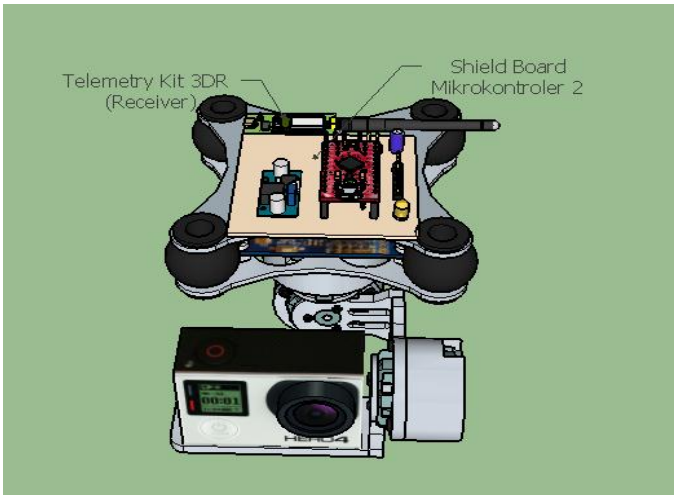
Gambar 3.19 *Head unit* Tampak Kiri

2. Rangkaian mikrokontroler 2 pada *gimbal 3-axis.*

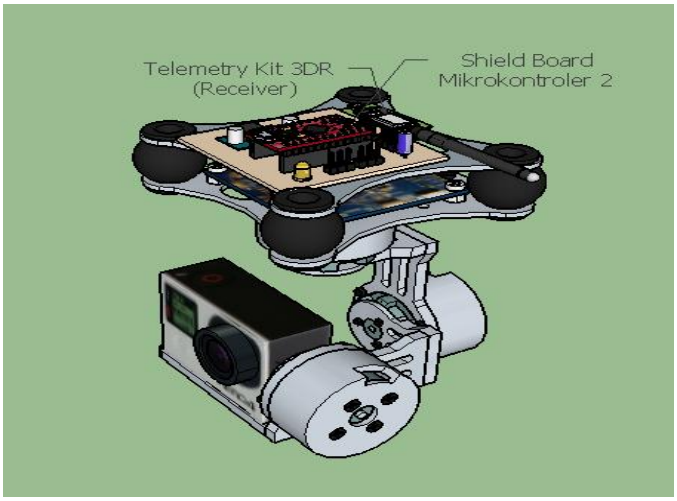
Pada bagian ini, rangkaian mikrokontroler 2 diletakkan diatas *gimbal 3-axis* tanpa menggunakan *casing*. Hal ini bertujuan untuk mengurangi beban yang terdapat pada *drone* dan lebih simpel. *Telemetry kit* 3DR (*receiver*) diletakkan juga diatas *gimbal* atau *drone*, karena pada saat telemetri 2 bekerja frekuensi tidak terganggu dengan adanya *casing*. Berikut ini adalah gambar *design* 3D dari *shield board* mikrokontroler 2 pada *gimbal 3-axis.*



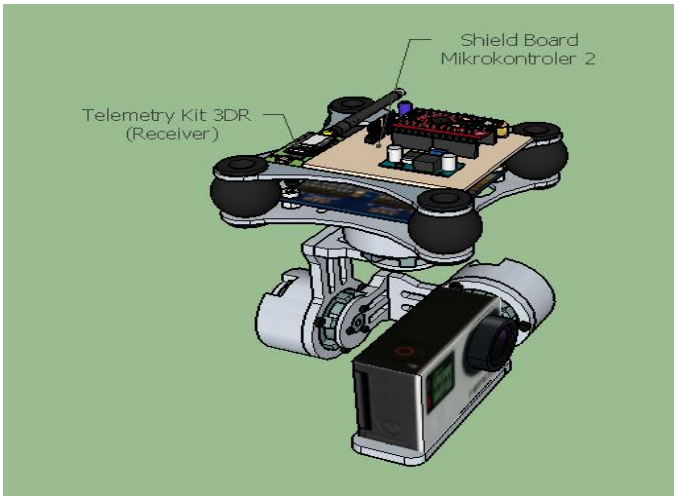
Gambar 3.20 *Gimbal 3-Axis* Tampak Depan



Gambar 3.21 *Gimbal 3-Axis* Tampak Atas



Gambar 3.22 *Gimbal 3-Axis* Tampak Kanan



Gambar 3.23 *Gimbal 3-Axis* Tampak Kiri

Dari perancangan akhir diatas, dapat dilihat bahwa penempatan komponen penggerak *gimbal 3-axis* dibagi menjadi dua bagian. Komponen penggerak dikemas dengan bentuk yang minimalis dan menarik, karena alat yang baik adalah alat yang dapat bekerja sesuai tujuan dengan hasil pembuatan yang rapi.