BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Pada kondisi seperti saat ini ketika teknologi telah banyak berpengaruh terhadap dunia pendidikan, maka diperlukan peningkatan kualitas pendidikan dari pihak pengajar serta perangkat yang digunakan dalam proses pembelajaran. Upaya peningkatan dalam proses pembelajaran salah satunya dengan menggunakan media pembelajaran yang efektif.

Media adalah bentuk jamak dari kata medium yang merupakan kata yang berasal dari bahasa latin medius yang secara harfiah berarti tengah atau pengantar (Arsyad, 2014: 3). Menurut Henich dkk dalam Arsyad (2014: 3-4) bahwa medium merupakan perantara yang mengantarkan informasi antara sumber dan penerima. *National Education Asociation* (NEA) memberikan definisi bahwa media adalah sarana komunikasi, baik dalam bentuk cetak maupun audio visual.

Dari beberapa pengertian di atas dapat diartikan bahwa media merupakan segala suatu yang digunakan menjadi suatu perantara atau yang mengantarkan informasi (pesan) dari sumber (pemberi pesan) ke penerima peasn baik dalam bentuk cetak maupun audio visual. Namun dalam aplikasinya media hendaknya dapat dimanipulasi, dilihat, didengar, dan

dibaca. Sehingga sebuah media diharapkan mampu menjadi suatu perantara komunikasi antara pemberi pesan dan penerima pesan dengan harapan dapat merangsang pikiran, perasaan dan perhatian serta minat dari dari penerima pesan.

Media pembelaran adalah alat yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran (Putro & Suprapto, 2009: 7). Sedangkan menurut Asyar (2012: 8) menyatakan bahwa media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat menyampaikan atau menyalurkan pesan dari suatu sumber secara terencana, sehingga terjadi lingkungan belajar kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif.

Berdasarkan pengertian dari beberapa ahli di atas dapat diartikan bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu baik berbentuk cetak maupun audio visual yang digunakan sebagai perantara untuk menyampaikan pesan pembelajaran dari suatu sumber ke penerima pesan dengan harapan dapat merangsang pikiran, perasaan dan perhatian serta minat dari dari penerima pesan agar terbentuk kondisi lingkungan belajar yang kondusif sehingga proses pembelajaran menjadi efektif dan efisien.

b. Fungsi Media Pembelajaran

Menurut Levie dan Lentz dalam Arsyad (2014: 16), menyatakan bahwa terdapat empat fungsi media pembelajaran terutama dalam bentuk media visual yaitu

1) Fungsi Atensi

Fungsi atensi dari media visual yaitu untuk menarik dan mengarahkan perhatian siswa agar berkonsetrasi kepada isi pelajaran yang berkaitan dengan makna visual yang ditampilkan atau menyertai dengan teks materi pembelajaran.

2) Fungsi Afektif

Fungsi afektif dari media pembelajaran dalam bentuk visual dapat terlihat dari tingkat kenikmatan siswa ketika belajar teks yang bergambar. Gambar atau lambang visual dapat menggugah emosi dan sikap siswa, misalnya informasi yang menyangkut masalah sosial dan ras.

3) Fungsi Kognitif

Fungsi kognitif media pembelajaran dalam bentuk visual dapat terlihat dari hasil temuan-temuan penelitian yang mengungkapkan bahwa gambar atau lambang visual dapat memperlancar pencapaian tujuan untuk dapat memahami dan mengingat informasi atau pesan yang terkandung dalam gambar.

4) Fungsi kompensatoris

Fungsi kompensatoris media pembelajaran terlihat dari hasil penelitian bahwa media visual yang memberikan konteks untuk memahami teks dapat membantu siswa yang lemah dalam membaca untuk mengorganisasikan informasi dalam teks dan mengingatnya kembali. Media pembelajaran berfungsi untuk mengakomodasi siswa

yang lemah dan lambat menrima dan memahami isi pelajaran yang disajikan dengan teks atau disajikan secara verbal.

Sedangkan menurut Arsyad (2014: 26-27) manfaat praktis dari penggunaan media pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran yaitu:

1) Dapat meningkatkan proses dan hasil belajar siswa karena media pembelajaran dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi.
2) Dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi siswa dengan lingkungan, dan siswa berkemungkinan untuk belajar sesuai dengan kemampuan dan minatnya.
3) Dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu.
4) Dapat memberikan kesamaan pengalaman pada siswa tentang kejadian-kejadian yang terjadi di lingkungan mereka.

Pendapat mengenai manfaat dari media pembelajaran juga dikemukakan oleh Hamalik (1986) dalam Arsyad (2014: 15) yaitu penggunaan media pembelajaran pada kegiatan pembelajaran dapat membangkitkan minat dan keinginan yang baru serta dapat meningkatkan motivasi dan rangsangan dalam kegiatan pembelajaran, bahkan dapat juga membawa pengaruh psikologi terhadap siswa.

Dari uraian dan pendapat beberapa ahli di atas dapat disimpulkan bahwa manfaat dari penggunaan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar yaitu mempermudah kegiatan pembelajaran, memperjelas pesan dan informasi yang disampaikan, mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu, membangkitkan motivasi dan

minat belajar, serta memudahkan siswa yang lemah dan lambat menerima dan memahami materi dari pelajaran yang hanya disajikan dengan teks atau verbal saja.

c. Jenis Media Pembelajaran

Menurut Arsyad (2008: 29-31) media pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi empat jenis, yaitu 1) media hasil teknologi cetak, 2) media hasil teknologi audio-visual, 3) media hasil teknologi yang berdasarkan komputer, dan 4) media hasil gabungan teknologi cetak dan komputer. Menurut Briggs dalam Arief S. Sadiman (2014: 23), jenis media mengarah dari rangsangan yang dapat ditimbulkan dari media sendiri, yaitu kesesuaian rangsangan tersebut dengan karakteristik siswa, tugas, pembelajaran, bahan, dan transmisinya. Briggs mengklasifikasi media dalam pembelejaran menjadi 13 macam, yaitu objek, model, suara secara langsung, rekaman audio, media cetak, pembelajaran terprogram, papan tulis, media transparansi, film bingkai, film, televisi, dan gambar. Sedangkan menurut pendapat dari Gagne dalam Arief S, Sadiman (2014: 23) mengidentifikasikan media pembelajaran menjadi 7 macam, yaitu benda untuk didemonstrasikan, komunikasi lisan, media cetak, gambar diam, gambar gerak, film bersuara, dan mesin belajar.

Berdasarkan uraian dan pendapat dari beberapa ahli di atas dapat disimpulkan bahwa jenis media pembelajaran dapat diidentifikasi berdasarkan dari rangsangan atau stimulus yang ditimbulkan dari penggunaan media itu sendiri. Jenis-jenis media pembelajaran dapat

berupa media visual dua dimensi atau tiga dimensi dalam bentuk media cetak maupun gerak serta dalam bentuk benda, media audio dalam bentuk suara secara langsung maupun rekaman audio.

d. Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran

Kriteria pemilihan media pembelajaran harus dikembangkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, kondisi, dan keterbatasan sesuai dengan kemampuan dan karakteristik dari media pembelajaran tersebut (Arief S. Sadiman, 2014: 85). Sedangkan menurut Profesor Ely dalam Arief S. Sadiman (2014: 85) dalam pemilihan media pembelajaran yang digunakan terdapat beberapa faktor yang menjadi pertimbangan, antara lain seperti karakteristik siswa, strategi belajar mengajar, organisasi kemlompok belajar, alokasi waktu dan sumber, serta prosedur penilaiannya juga perlu dipertimbangkan.

Menurut Dick & Carey dalam Arief S. Sadiman (2014: 86) menyatakan bahwa selain kesesuaian dengan tujuan perilaku belajarnya, setidaknya masih terdapat empat faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan media. 1) Ketersediaan sumber bahan setempat yang berarti ketersedian bahan yang digunakan sebagai media, dibuat sendiri atau harus dibeli. 2) Untuk memproduksi atau membeli tersebut terdapat dana, fasilitas dan tenaganya. 3) Faktor yang yang menyangkut fleksibel, ketahanan media dan kepraktisan yang bersangkutan untuk waktu penggunaan yang lama yang berarti mudah digunakan dan *portable*. 4) efektivitas biaya dalam jangka watu yang lama.

Dari uraian pendapat para ahli tersebut dalam pemilihan media terdapat aspek yang saling mendukung yaitu berdasarkan karakteristik siswa, kondisi siswa, serta dalam penggunaan media perlu dipertimbangkan beberapa hal terkait dengan ketersedian sumber-sumber yang digunakan sebagai media, kemudahan penggunaan, serta dapat digunakan dalam jangka panjang.

e. Pengembangan Media Pembelajaran

Pengembangan media pembelajaran yang dilakukan dalam penelitian ini dalam bentuk media objek (*training kit*) dan cetak (*labsheet*) yang dapat diuraikan sebagai berikut.

1) Media Objek (*Training Kit*)

Penggunaan media objek dalam pembelajaran akan memberi pengalaman yang sebenarmya. Objek yang sesungguhnya atau benda model yang menyerupai dengan aslinya dapat menimbulkan rangsangan yang penting bagi siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut ketrampilan psikomotorik (Anderson, 1994: 181).

Penggunaan media *mock up* merupakan penyederhanaan susunan bagian pokok dari sebuah proses atau sistem yang kompleks agar lebih mudah dipahami oleh siswa tanpa menghilangkan aspek-aspek utamanya (Sudjana & Rivai, 2001: 101).

Sebuah alat peraga yang digunakan sebagai alat bantu dalam proses pelatihan dengan model dan ukuran yang disesuaikan dengan

fungsi dan tujuan pelatihan. Alat peraga tersebut disebut dengan *training kit*.

Menurut Anderson (1987: 185) terdapat tiga teknik latihan yang menggunakan media objek, yaitu:

a) Latihan Simulasi

Pada latihan ini, peserta didik bekerja menggunakan model tiruan dari alat sebenarmya pada lingkungan yang meniru dengan keadaan sebenarnya.

b) Latihan Menggunakan Alat

Pada latihan ini, peserta didik bekerja dengan alat yang sebenarnya ,namun tidak pada lingkungan yang sesungguhnya.

c) Latihan Kerja

Pada latihan ini, peserta didik bekerja menggunakan alat yang sebenarnya pada lingkungan yang sebenarnya.

Berdasarkan uraian pendapat dari para ahli dapat dirangkum bahwa media objek merupakan model alat yang menyerupai dengan aslinya yang dipergunakan sebagai alat bantu dalam proses pelatihan atau pembelajaran sehingga dapat memberikan rangsangan psikomotorik terhadap siswa. Alat bantu yang digunakan disebut dengan *training kit*. Dalam peggunaan media objek terdapat beberapa teknik latihan yaitu latihan simulasi, menggunakan alat, dan kerja.

2) Media Cetak (*Labsheet*)

Pada penelitian ini, media cetak yang digunakan berupa *labsheet*. *Labsheet* merupakan media yang digunakan dalam kegiatan insruksional untuk mempermudah dalam proses pembelajaran. *Labsheet* merupakan lembaran kerja yang dilengkapi dengan topik praktikum. Komponen-komponen penyusun pada *labsheet* terdiri dari judul, eksperimen, teori singkat, alat dan bahan, prosedur eksperimen, data pengamatan, pernyataan, dan kesimpulan (Trianto,2010: 222). Menurut Trianto (2014: 191), dalam pengembangan *labsheet* ada beberapa hal yan perlu dianalisis, yaitu:

a) Analisis Struktur Isi

Analisis struktur isi dilakukan dengan mencermati pada garis-garis besar pengajaran pada kurikulum yang digunakan.

b) Analisis Konsep

Analisis konsep adalah dilakukannya identifikasi terhadap konsep-konsep utama yang nantinya akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis.

c) Analisis Prosedural

Analisis prosedural yaitu mengidentifikasi tahap-tahap penyelesaian tugas sesuai dengan bahan kajian, dari hasi analisi ini akan didapatkan peta tugas dan analisi prosedural.

d) Analisis Pemrosesan Informasi

Analisis pemrosesan informasi merupakan pemrosesan tugas yang bertujuan untuk pengelompokkan tugas yang dikerjakan oleh peserta didik selama kegiatan pembelajaran dengan pertimbangan waktu tertentu.

Dari uraian pendapat para ahli dapat dirangkum pengertian *labsheet* merupakan media untuk kegiatan instruksional yang tersusun dari judul, eksperimen, teori singkat, alat dan bahan, prosedur eksperimen, data pengematan, pernyataan, dan kesimpulan. Dalam pengembangannya diperlukan beberapa analisis yaitu analisis struktur isi, konsep, prosedural, dan pemrosesan informasi.

f. Evaluasi

Dalam pembuatan media pembelajaran perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui kefektivannya apabila digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu dilakukan ujicoba media pada sasaran tertentu untuk mendapatkan *feedback* dari penggunaan media tersebut. Arief S. Sadiman (2014: 174) memberikan pernyataan tentang bentuk-bentuk evaluasi, yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi Formatif merupakan proses pengumpulan data efektivitas dan efisien dari bahan-bahan pembelajaran didalamnya juga termasuk media pembelajaran. Data dari evaluasi formatif ini bertujuan untuk memperbaiki dan menyempurnakan media yang dikembangkan agar lebih efektif dan efiesien. Evaluasi sumatif merupakan proses untuk

menentukan apakah media yang dibuat atau dikembangkan layak dan efektif apabila digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Pada pelaksanaan evaluasi formatif terdapat beberapa tahapan, antara lain evaluasi satu lawan satu (*one to one*), evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*), dan evaluasi lapangan (*field evaluation*).

Menurut Walker & Hess (1984) dalam Azhar Arsyad (2002: 175), kriteria evaluasi media pembelajaran meliputi tiga aspek yaitu berdasarkan kualitas isi dan tujuan, kualitas dari pembelajran, dan kualitas teknis. Kualitas isi dan tujuan meliputi ketepatan, kepentingan, kelengkapan, keseimbangan, minat atau perhatian, keadilan dan kesesuaian dengan situasi siswa. Kualitas pembelajaran meliputi memberikan kesempatan belajar, memberikan bantuan untuk belajar, kualitas memotivasi, fleksibilitas pembelajarannya, hubungan dengan proram pembelajaran lainnya, kualitas sosial interaksi pembelajaranya, kualitas tes dan penilainnya, dapat memberikan dampak bagi siswa, dapat membawa dampak bagi guru dan pembelajarannya. Kualitas teknis meliputi keterbacaan, mudah digunakan, kualitas tampilan, kualitas penangan jawaban, kualitas pengelolaan pemrogramannya, kualitas pendokumentasiannya.

Dalam penelitian pengembangan Muttaqin (dalam Arief Wibowo, 2011: 27-29) menyebutkan empat aspek yang dinilai dalam tahap evaluasi media pembelajaran, yaitu:

1) Aspek kualitas materi yang meliputi kesesuaian materi, kejelasan materi, relevansi dengan kompetensi dasar, kelengkapan materi, keruntutan materi, kebenaran materi, kedalaman materi, kelengkapan media, tingkat kesulitan pemahaman materi, aspek kognitif, aspek afektif, aspek psikomotorik, kesesuaian contoh yang diberikan, kesesuaian latihan yang diberikan, kesesuaian dengan situasi mahsiswa, dan konsep serta kosakata sesuai dengan kemampuan intelektual siswa.
2) Aspek tampilan yang meliputi tata letak komponen, kerapian, ketepatan pemilihan komponen, tampilan simulasi, daya tarik keseluruhan.
3) Aspek kualitas teknis yang meliputi unjuk kerja, kestabilan kerja, kemudahan dalam penyambungan, kemudahan pengoperasian, tingkat keamanan, dan sistem penyajian.
4) Aspek kemanfaatan yang meliputi mempermudah proses belajar mengajar, memperjelas penyampaian pesan pembelajaran, menumbuhkan motivasi belajar, merangsang kegiatan belajar siswa, meningkatkan keterampilan siswa, mempermudah guru, mempercepat proses pembelajaran, dan keterkaitan dengan materi lain.

Berdasarkan pembahasan di atas, beberapa kriteria saja yang diambil untuk mengevaluasi media pembelajaran yang akan dimuat dalam instrumen penelitian yaitu:

1) Aspek kualitas materi, terdiri dari:
    a) Kesesuaian materi
    b) Keruntutan materi
    c) Kejelasan materi
    d) Kelengkapan media cetal (*labsheet*)
    e) Keseuaian dengan situasi mahasiswa
2) Aspek tampilan, terdiri dari:
    a) Ketepatan desain
    b) Warna
    c) Ukuran dan bentuk tulisan
    d) Kejelasan komponen
3) Kualitas teknis, terdiri dari:
    a) Unjuk kerja
    b) Kemudahan pengoperasian
    c) Tingkat keamanan
4) Kemanfaatan
    a) Merangsang kegiatan belajar
    b) Meningkatkan motivasi belajar
    c) Meningkatkan keterampilan
    d) Memperjelas penyampaian pesan
    e) Mempermudah proses pembelajaran

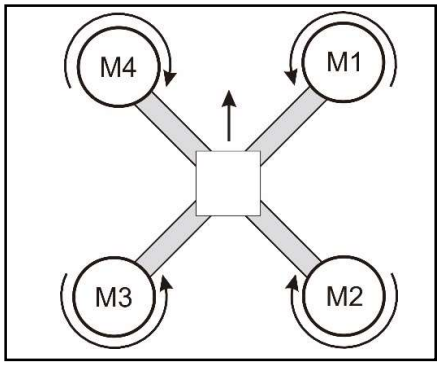
2. Robot Quadcopter

a. Pengertian Robot *Quadcopter*

Quadcopter merupakan salah satu jenis *aerial robot* yang memiliki 4 buah motor sebagai penggerak *propeller* yang akan menghasilkan gaya angkat pada *quadcopter*. Jenis robot ini dapat melakukan *take off* dan *landing* secara vertikal atau *Vertical Take Off Landing (VTOL) ,* sehingga dapat *take off* dan *landing* pada tempat yang tidak terlalu luas. Jenis pesawat dengan kategori ini antara lain helikopter, *tricopter, quadcopter,* serta pesawat sejenisnya. Quadcopter dapat terbang dengan pengendalian secara manual atau juga dapat dengan pengendalian otomatis (Tristiadi, 2015: 3).

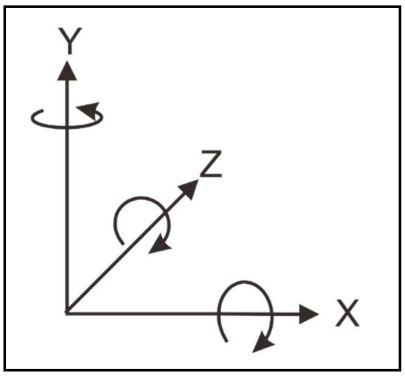
Motor merupakan penggerak utama untuk menggerakkan baling-baling agar *quadcopter* dapat terbang. Putaran motor memiliki dua jenis yaitu *clockwise* dan *contra clockwise*. Dua motor akan bergerak searah dengan jarum jam sedangkan dua motor yang lain akan bergerak berlawanan arah jarum jam. Poros letak motor terpasang dan bergerak ke satu arah tertentu akan bergerak ke arah berlawanan sesuai dengan prinsip momen torsi. Ketika motor 4 dan motor 2 bergerak searah jarum jam maka *frame* pada *quadcopter* akan bergerak berlawanan arah jarum jam. Maka putaran motor 1 dan motor 3dibuat agar berlawanan jarum jam, sehingga putaran *frame* akan searah jarum jam. Tujuan dari perbedaan putaran motor ini agar nilai dari momen torsi pada *frame quadcopter* bernilai nol,

sehingga *quadcopter* akan terbang dengan stabil. Arah putaran motor dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Arah Putaran Motor

Pergerakan dari *quadcopter* dipengaruhi oleh kecepatan dari keempat motor. Dengan dinamika tertentu pada kecepatan keempat motor, maka *quadcopter* dapat bergerak maju, mundur, miring kanan, miring kiri, putar kanan, dan putar kiri. Untuk setiap pergerakan memiliki istilah tersendiri, seperti untuk pergerakan maju atau mundur memiliki istilah *pitch.* Untuk pergerakan miring kanan atau miring kiri memiliki istilah *roll.* Untuk pergerakan berputar kanan atau berputar kiri memiliki istilah *yaw.* Pada gambar 2. ditunjukkan bahwa saat *quadcopter* berputar terhadap sumbu X maka disebut gerak *pitch.* Ketika *quadcopter* berputar terhadap sumbu Z maka disebut gerak *roll.* Ketika *quadcopter* berputar terhadap sumbu Y maka disebut gerak *yaw*



Gambar 2. Arah *Roll, Pitch,* dan *Yaw*

Untuk dapat bergerak maka putaran motor dibuat agar berbeda seperti pada tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Dinamika Putaran Motor

Gerak	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Pitch Up / Mundur	Cepat	Pelan	Pelan	Cepat
Pitch Down/ Maju	Pelan	Cepat	Cepat	Pelan
Roll Left / Miring Kiri	Cepat	Cepat	Pelan	Pelan
Roll Right / Miring Kanan	Pelan	Pelan	Cepat	Cepat
Yaw CW	Cepat	Pelan	Cepat	Pelan
Yaw CCW	Pelan	Cepat	Pelan	Cepat

Dari tabel di atas dapat dijabarkan untuk dapat menggerakkan *quadcopter* mundur / *pitch up* maka motor satu dan motor empat akan berputar lebih cepat dibanding dengan motor dua dan tiga. Untuk menggerakkan *quadcopter* pada posisi maju / *pitch down* maka motor dua dan tiga akan berputar lebih cepat dibanding dengan motor satu dan empat. Untuk menggerakkan *quadcopter* pada posisi *roll* maka motor satu dan dua atau motor tiga dan empat akan berputar lebih cepat agar dapat

mengangkat salah satu sisinya. Untuk pergerakan *yaw* motor satu dan tiga atau motor dua dan empat akan berputar lebih cepat dn memanfaatkan prinsip momen torsi maka selisih dari nilai momen torsi keempat motor yang saling berlawanan akan menyebabkan gerakan berputar pada *quadcopter*.

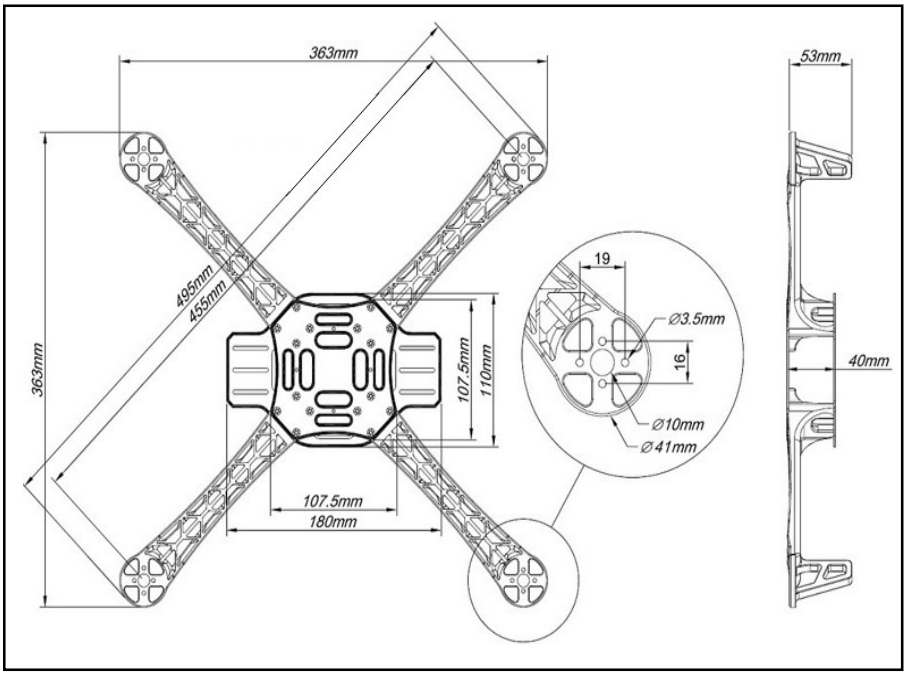
b. *Frame Quadcopter*

Frame merupakan bagian rangka yang digunakan untuk menopang seluruh komponen pada *quadcopter*. Pada penelitian ini jenis *frame* yang digunakan adalah jenis *F450*. *Frame* jenis ini terbuat dari bahan atom agar tidak terlalu berat serta lebih kuat. Walaupun lebih ringan dan kuat namun *frame* bersifat lentur sehingga apabila terjadi *crash* atau jatuh, *frame* tidak mudah rusak.

Frame jenis ini memiliki empat lengan yang digunakan untuk menempatkan motor. Di ujung masing-masing lengan pada bagian bawah terdapat *landing gear*, sehingga terdapat jarak antara alas dari *quadcopter* dengan landasan untuk menghindari komponen lain pada *quadcopter* kontak secara langsung dengan landasan. Untuk spesifikasi dari *frame F450* ini dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 3.

Tabel 2. Spesifikasi *Frame F450*

Parameter	Nilai
Frame weight	282 gr
Diagonal wheelbase	450 mm
Takeoff weight	800 gr – 1200 gr



Gambar 3. Dimensi *Frame F450* (Humingbirduav, 2019)

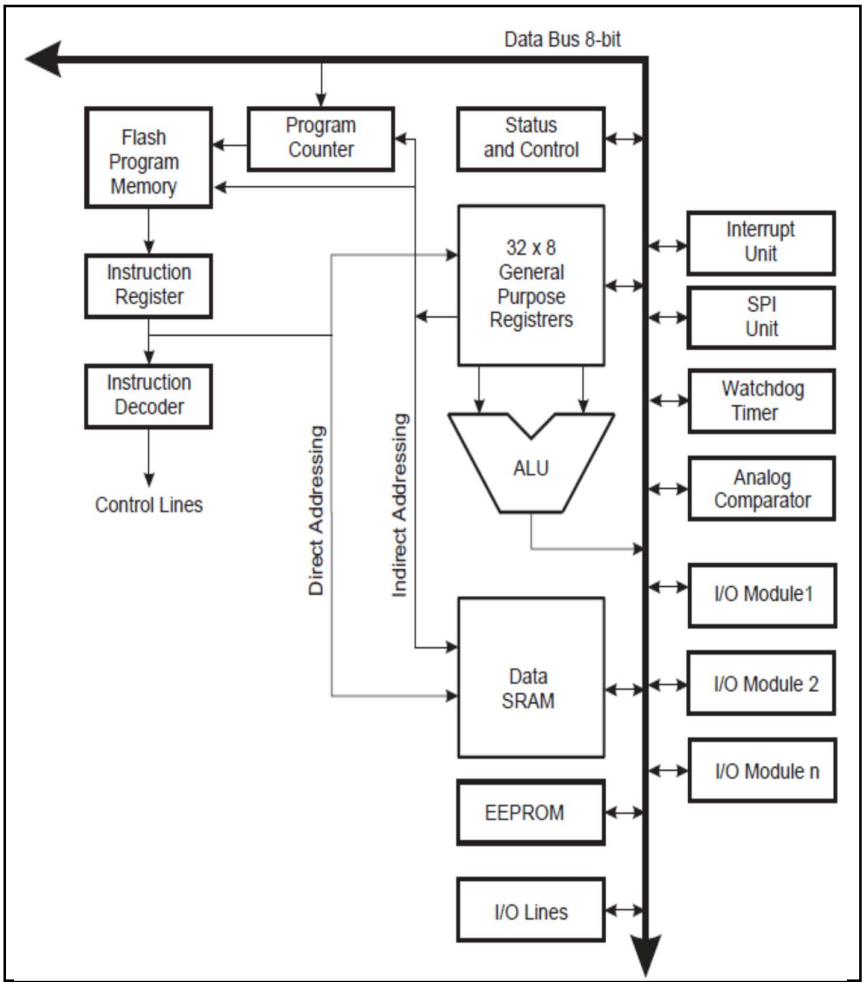
c. *Flight Controller*

Flight controller merupakan pengendali utama dari sebuah *quadcopter* karena data yang diperoleh dari beberapa sensor akan diolah dengan perhitungan pada *flight controller*. Data hasil perhitungan selanjutnya akan menghasilkan keluaran yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan putaran keempat motor *brushless.* Pada *flight controller* ini tersusun dari mikrokontroller, penerima dan sensor. Mikrokontroller yang digunakan adalah jenis Arduino NANO, menggunakan sensor *gyro accelerometer MPU6050* untuk mengukur derajat sudut kemiringan, dan *NRF24L01* yang digunakan sebagai penerima data yang dikirimakn dari *transmitter.*

1) Mikrokontroler Arduino NANO

Arduino NANOmerupakan mikrokontroler berbasis Atmega328 yang memiliki 14 digital *input/output* pin dengan enam pin digital dapat digunakan sebagai *output* PWM dan enam *input* analog. Untuk dapat mengatur penggunaan pin-pinnya, mikrokontroler dapat dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB. Untuk catu daya pada mikrokontroler dapat melalui kabel USB, sumber tegangan menggunakan adaptor atau menggunakan baterai.

Arsitektur dari ATmega328 adalah jenis RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dapat mengolah dan mengeksekusi data lebih cepat daripada mikrokontroler yang memiliki arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Atmega328 memiliki arsitektur Harvard, sehingga memori untuk kode program dan memori untuk data terletak secara terpisah, sehingga dapat memaksimalkan kerja dari mikrokontroler ini. Arsitektur dari Atmega328 dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Arsitektur ATmega328 (Singh, 2018)

Gambar 5. Arduino NANO (Arduino, 2019)

Gambar 6. Kabel USB (Anonim, 2019)

Pada gambar 5 merupakan *board* Arduino NANO dan gambar 6 adalah kabel USB yang digunakan untuk menghubungkan mirkokontroler ke komputer sehingga dapat mengirimkan program dari komputer ke *board* Arduino NANO. Selain untuk pemrograman kabel juga berfungsi sebagai catu daya untuk mikrokontroler. Fitur-fitur yang dimiliki Arduino NANO antara lain :

Tabel 3. Spesifikasi Arduino NANO

Spesifikasi	
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5 V
Tegangan i*nput*	7-12 V (rekomendasi)
Batas tegangan *input*	6-20 V
Pin digital I/O	14 (6 pin *output* PWM)
Pin analog *input*	7
Arus DC per I/O pin	40 mA
Output arus DC untuk pin	3,3 V 50 mA
Flash memory	32 KB (0,5 KB untuk *Bootloader)*
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock	16 MHz

a) Catu Daya

Board Arduino NANO dapat diberi tegangan melalui USB atau dari *eksternal*. Untuk pemilihan sumber tegangan dapat memilih sesuai dengan kebutuhan. Apabila menggunakan komputer cukup menggunakan sumber melalui USB, namun jika akan menggunakan sumber *ekstenal* dapat pin Vin yang tersedia pada *board*. Untuk tegangan sumber *eksternal*, *board* dapat beroperasi pada tegangan 6 – 20V. Jika tegangan yang diberikan kurang dari 7V maka keluaran

tegangan pada pin 5V akan kurang dari 5V dan kurang stabil. Tetapi jika tegangan yang diberikan melebihi dari 12V, reulator tegangan akan panas dan dapat merusak *board*, sehingga tegangan masukan dari luar yang direkomendasikan pada rentang 7 – 12V.

b) Memori

ATmega328 memiliki 32 KB *flash memory*, tetapi 0.5 KB dari *flash memory* digunakan oleh *bootloader*. Mikrokontroler ini juga memiliki 2 KB memori SRAM dan 1KB memori EEPROM.

c) *Input / Output*

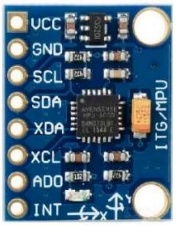
Pada Arduino NANO memiliki 14 pin yang dapat digunakan sebagai *input* maupun *output*. Untuk inisialisasi pin menggunakan fungsi *pinMode().* Agar pin dapat dijadika sebagai output digital maka menggunakan fungsi *digitalWrite().* Untuk menggunakan pi sebagai input digital, maka menggunakan fungsi *digitalRead().* Keempat belas pin dapat mengeluarkan atau mendapat masukan arus sebesar 40mA dan juga memiliki resistor *pull-up* internal. Arduino NANO juga memiliki enam *analog input* yang dapat digunakan untuk membaca data analog dengan menuliskan fungsi *analogRead()*. Beberapa pin juga memiliki fungsi khusus seperti :

- Serial : Pin 0 dan 1 dapat digunakan sebagai saluran komunikasi serial. Pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Pin ini terhubung secara pararel terhadap pin serial pada IC ATmega328.

- Eksternal *interrupt* : Pin 2 dan 3 dapat digunakan digunakan sebagai eksternal *interrupt* dengan menggunakan fungsi *attachinterrupt().*
- PWM : Pada Arduino NANO, pin 3,5,6,9,10, dan 11 dapat digunakan sebagai *output* PWM dengan menggunakan fungsi *analogWrite()*.
- SPI : Pin 10 (SS), 11(MOSI), 12 (MISO), dan 13 (SCK). Untuk mengaktifkan fungsi ini dengan menuliskan *library* SPI pada bagian *inisialisasi* awal program.
- LED *built-in* : LED ini terhubung dengan pin 13 yang dapat menyala saat logika *HIGH* dan mati saat logika *LOW.*
- *Analog input* : Terdapat 7 pin yang dapat difungsikan sebagai *input analog* pada Arduino diberi nama A0 sampai A6. Nilai *Analog* yang dapat dibaca yaitu 1024. Namun secara bawaan setiap pin *analog* dapat mengukur 0V sampai 5V.
- Komunikasi *Serial sinkron* : pin yang digunakan adalah pinA4 (SDA) dan pin A5 (SCL). Untuk mengaktifkan fungsi ini dapat menuliskan *library wire.h* pada bagian inisialiasai awal program.
- *Aref* : pin ini berfungsi sebagai referensi tegangan unutk *input analog*. Untuk menggunakannya dapat mengguanakn fungsi *analogreference*.
- *Reset* pin berfungsi untukk mereset mikrokontroler sehingga program akan dimulai dari awal.

2) *Gyro* GY-521 MPU6050

Pada *flight controller* terdapat sensor *gyroscope* yang berfungsi untuk mendeteksi adanya gerakan rotasi terhadap sumbu tertentu di permukaan bumi. Fungsi dari *gyroscope* pada robot *quadcopter* menjadi komponen vital yang digunakan untuk mengukur sudut kemiringan dari *quadcopter*. Pada penelitian kali ini menggunakan *module gyro* GY-521 MPU6050 yang memiliki spesifikasi pada tabel 4.



Gambar 7. *Module* GY-521 MPU6050 (Anonim, 2019)

Tabel 4. Spesifikasi GY-521 MPU6050

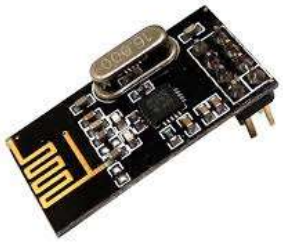
Spesifikasi	
Chip	MPU6050
Sumber tegangan	3-5V
Gyroscope range	250, 500, 1000, 2000 ^{0}/s
Acceleration range	±2, ±4, ±8, ±16 g
Komunikasi	I2C
Chip built-in	16 bit AD *converter,* 16 bits *data output*

GY-521 MPU6050 *module* merupakan *module* berinti chip MPU6050 yang merupakan 6 *axis Motion Processing Unit*. Untuk mengaktifkannya menggunakan sumber tegangan 3 – 5 Volt. *Module* ini memiliki *interface* I2C sehingga dapat langsung dihubungkan ke

mikrokontroler yang mendukung fitur I2C. Di dalam sensor MPU6050 berisi *Microelectromechanical System* (MEMS) dan mems *Gyro* yang keduanya saling terintegrasi. Sensor ini dapat menangkap peruabahan sudut dari setuap kanal *axis* X, Y, dan Z secara bersamaan.

3) NRF24L01

Module NRF24L01 merupakan *module* radio yang mendukung 2,4 GHz transmisi data secara *wireless* namun dengan konsumsi daya yang rendah. *Module* ini dapat digunakan sebagai pengirim (TX) atau penerima data (RX) atau mengirim dan menerima data secara bersamaan (*transceiver*). Mode yang dimiliki antara lain mode *stand by,* RX, dan TX. Komunikasi yang digunakan adalah *interface* SPI. *Module* ini memiliki 8 pin yaitu *GND, VCC, SCK, CSN, CE, MOSI, MISO,* dan *IRQ*. Dalam penggunaannya terdapat beberapa parameter yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan seperti frekuensi *channel*, keluaran daya, dan kecepatan transmisi data. Kecepatan transmisi data dari 250 KBPS, 1 MBPS, dan 2 MBPS. Spesifikasi dapat dilihat pada tabel 5.



Gambar 8. *Module* NRF24L01 (Anonim, 2019)

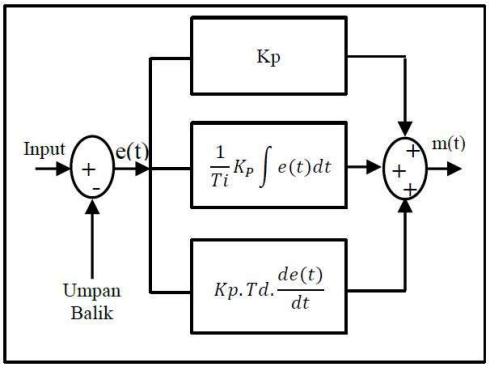
Tabel 5. Spesifikasi *Module* NRF24L01

Spesifikasi	
Chip	NRF24L01
Tegangan Operasi	1,9 – 3,6V
Lebar Pita	2,4 GHz
Jumlah Kanal	126 Kanal RF
Jenis Modulasi	GFSK
Kecepatan Data	250Kbps, 1Mbps, dan 2Mbps
Interface	SPI

4) Kendali *Proportional Integral Derivative* (PID)

PID merupakan kendali untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya *feedback* pada sistem. Komponen PID terdiri dari Proporsional, Integral, dan Derivatif.

Menurut Gunterus (1994), Elemen pada kendali P, I, dan D bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Blok diagram kendali PID ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram Blok Kendali PID (Gunterus, 2004)

Keluaran dari kendali PID merupakan penjumlahan dari masing-masing elemen proporsional, integral dan derivatif/differinsal. Karakteristik dari keluaran kendali PID sangat dipengaruhi oleh nilai dari parameter P, I, dan D. Pengaturan nilai dari masing-masing elemen konstanta Kp, Ki, dan Kd akan menonjolkan sifat dari masing-masing elemen.

Penggunaan kendali PID pada *quadcopter* digunakan untuk mengendalikan *attitude* (*roll, pitch, yaw*). Setiap perubahan sudut yang dibaca sensor akan diolah menggunakan parameter P, I, dan D. Keluaran dari hasil pengolahan digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor *quadcopter* yang nantinya akan berpengaruh terhadap *attitude* dari *quadcopter*.

d. *Brushless* Motor DC

Motor *Brushless Direct Current* (BLDC) merupakan motor yang melakukan pergantian medan magnet tanpa menggunakan sikat atau *brush* tetapi menggunakan komutasi secara elektronis. Perbedaan motor DC *brushed* dengan motor *brushless* DC yaitu pada pembangkitan medan magnet pada motor untuk menghasilkan gaya gerak. Pada motor DC pembangkitan medan magnet berada pada rotor dan magnet tetap/permanen berada pada stator, sedangkan pada motor *brushless* DC pembangkitan medan magnet berada pada stator dan manget tetap/permanen berada pada rotor. Kelebihan motor *brushless* DC dibandingkan dengan motor DC lainnya adalah:

- Kecepatan tinggi yang lebih baik untuk melawan karakterisktik tenaga putaran
- Efisiensi tinggi
- Usia pakai lebih lama
- Tingkat kebisingan yang rendah
- Jangkauan kecepatan yang lebih luas

Pada penelitian ini menggunakan motor *brushless* DC dengan tipe 2212 1000kv, satuan kv sama dengan rpm/volt. Kecepatanp putaran motor akan sangat mempengaruhi pergerakan dari *quadcopter*. Setiap motor memiliki kemampuan daya dorong yang berbeda. Daya yang diserap motor berbanding lurus dengan kemampuan daya dorongnya namun putaran motor akan semakin pelan. Spesifikasi dari motor tipe 2212 1000kv ini dapat dilihat pada tabel 6.

Gambar 10. Motor BLDC tipe 2212 1000KV (Anonim, 2019)

Tabel 6. Spesifikasi BLDC tipe 2212 1000KV

Spesifikasi	
Baterai *Cell* (rekomendasi)	2-3 *Cells Li-Poly*
	6-10 *NiCd/NiMH*
KV	1000 RPM/V
Efiesiensi maksimal	80%
Efisiensi Arus Maksimal	4-10A (>75%)
No Load Current	0,5A @10V
Resistansi	0,090 ohm
Arus Maksimal	13A selama 60s
Daya Maksimal	150W
Berat	52,7 g
Shaft Diameter	3,2 mm

e. *Electronics Speed Controller* (ESC)

ESC merupakan sebuah *module* yang berfungsi sebagai pengendali motor. Di dalam ESC terdapat mikrokontroler tersendiri, sehingga ESC memiliki program tersendiri. Komponen utama yang dikendalikan pada ESC adalah komponen *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* (MOSFET). MOSFET dikendalikan melalui sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) dari chip mikrokontroler pada ESC. Tegangan keluaran dari MOSFET yang akan disalurkan pada motor *brushless* DC. Keluaran tegangan dari MOSFET sesuai dengan masukan sinyal PWM pada *input* ESC. Pada ESC juga terdapat *Battery Eliminator Circuit* (BEC) yang memiliki keluaran tegangan 5V yang dapat digunakan untuk mencatu daya pada *flight controller*. Pada penelitian ini menggunakan ESC dengan kemampuan mengalirkan arus sebesar 30A. Spesifikasi dari ESC ditunjukkan pada tabel 7.

Gambar 11. ESC Simonk 30A (Anonim, 2019)

Tabel 7. Spesifikasi ESC Simonk 30A

Spesifikasi	
Continuous Current	30A
Burst Current	40A
Li-xx *Battery* (cell)	2-3 cell
BEC *Output*	5V/2A
Weight	28 g
Dimension (mm)	52x26x7

f. *Radio Control*

Tx dan rx adalah pengirim dan penerima data, data yang dikirimkan dalam bentuk sinyal PWM (*Pulse Widht Modulation*). Frekuensi yang digunakan 2,4 GHz. *Transmitter* memiliki jumlah kanal tertentu, jumlah kanal minimum untuk mengendalikan pesawat model adalah 3 kanal. Penggunaannya *transmitter* pada *quadcopter* membutuhkan minimal 4 kanal. Setiap kanal berfungsi untuk mengatur gerakan dari *quadcopter*.

Pada penelitian ini menggunakan *transmitter* yang menggunakan mikrokontroler Arduino NANO yang digunakan untuk mengolah data masukan dari *joystick* pada *transmitter*. *Joystick* yang digunakan akan

akan memberi keluaran data analog berdasarkan perubahan yang terjadi pada *joystick.* Jostick yang digunakan ditunjukkan pada gambar 12.

Gambar 12. *Joystick* (Component101, 2018)

Tabel 8. Konfigurasi Pin *Joystick*

Pin	Deskripsi
GND	*Ground terminal*
+5V	Sumber tegangan positif
VRx	*Voltage proportional to x axis*
VRy	*Voltage proportional to y axis*

Keluaran tegangan yang bervariasi berdasarkan gerakan *joystick* akan masuk ke *input analog* dari Arduino NANO yang selanjutnya akan diolah. Mikrokontroler yang digunakan ditunjukkan pada gambar 13.

Gambar 13. Arduino NANO (Arduino, 2019)

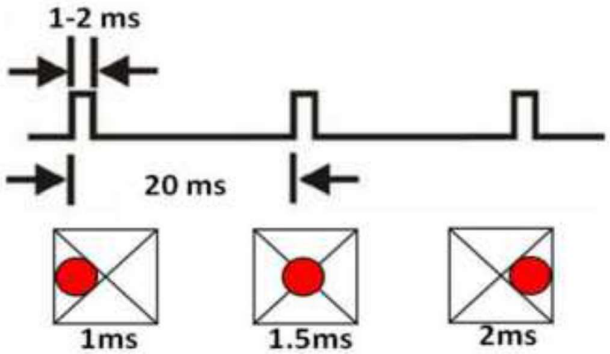
Tabel 9. Spesifikasi Arduino NANO

Spesifikasi	
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5 V
Tegangan i*nput*	7-12 V (rekomendasi)
Batas tegangan *input*	6-20 V

Tabel 9. (Lanjutan)

Pin digital I/O	14 (6 pin *output* PWM)
Pin analog *input*	8
Arus DC per I/O pin	40 mA
Output arus DC untuk pin	3,3 V 50 mA
Flash memory	32 KB (0,5 KB untuk *Bootloader)*
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock	16 MHz

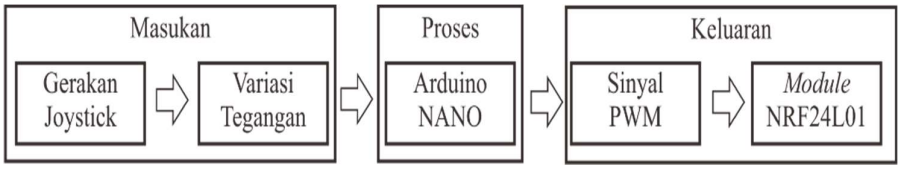
Hasil pengolahan data berupa keluaran sinyal PWM yang akan ditransmisikan ke penerima secara nirkabel menggunakan *module* NRF24L01. Bentuk sinyal yang dikirimkan oleh *transmitter* berdasarkan gerakan *joystick* ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Bentuk Sinyal PWM dan Posisi *Joystick*

Dari gambar 14 dapat dijabarkan bahwa lebar sinyal saat posisi minimum dari *stick* adalah 1ms sedangkan saat posisi *stick* berada di tengah maka *transmitter* akan mengirimkan sinyal dengan lebar sinyal 1,5ms dan saat *stick* pada posisi maksimum maka *trasnsmitter* akan

mengirimkan sinyal dengan lebar 2ms. Diagram kerja dari *transmitter* ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15. Diagram Kerja *Transmitter*

3. Mata Kuliah Robotika

Mata kuliah Robotika merupakan mata kuliah pilihan yang berbobot 2 SKS praktik. Pada mata kuliah ini mempelajari dan mempraktikkan mengenai dasar-dasar robotika, serta mampu merancang sebuah robot dengan menerapkan sistem gerak, sensor aktuator, kendali robot, mobil robot, manipulator robot, dan *aerial robot.*

Pada perancangan *training kit* robot *quadcopter* yang digunakan sebagai media pembelajaran perlu memperhatikan dan menyesuaikan dengan tujuan, rencana pemebelajaran, dan materi yang digunakan dalam pembelajaran. Dalam pengembangannya mengacu pada silabi pada mata kuliah Robotika di Jurusan Pendidkan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY pada tabel 10. Berdasarkan tabel 10, kompetensi pada mata kuliah Robotika yang sesuai dengan pembuatan *training kit* dalam penelitian ini mengacu pada kompetensi implementasi sistem aplikasi *aerial robotic* yang mengacu pada sistem kendali dasar pada *aerial robot.* Sistem kendali merupakan sistem yang minimal terdiri dari dua bagian yaitu bagian kendalian atau yang dikendalikan (*plant*) dan bagian pengendali (*controller*) untuk mengendalikan kendalian (Marpanaji,

2017:28). Dengan penggabungan sistem kendali menggunakan teknik PID, nilai setiap elemen PID yang diubah pada pengendali akan berpengaruh terhadap keluaran dari kendalian. Rincian kompetensi dan capaian kompetensi dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Silabi Mata Kuliah Robotika

No	Sub Kompetensi	Pencapaian Sub Kompetensi
1	Konsep dasar robotika	Peserta mampu menguasai konsep dasar robotika
2	Karakteristik v*isual servoing*	Peserta mampu memahami karakteristik *visual servoing*
3	Dasar-dasar analisis kinematik	Peserta mampu memahami dasar-dasar analisis kinematik (Matriks, dasar DoF, gravitasi, dan gesekan)
4	Konfigurasi servo	Peserta mampu melakukan kontrol servo, komunikasi serial, servo ID
5	*Visual servoing* dan *image processing*	Peserta mampu melakukan pengenalan citra, pengenalan tepi, filtering, *gray scale*.
6	Robot *mobile*, beroda, berkaki	Peserta dapat memahami sensor, komunikasi, dan pengendali yang digunakan pada robot *mobile*, beroda, dan berkaki
7	*Operating system* untuk robot *humanoid*	Peserta mampu menggunakan *raspberry pi, odroid, linux OS* untuk robot *humanoid*
8	Sistem aplikasi *aerial robotic*	Peserta mampu menggunakan ESC, BLDC, multiwee atau kendali dasar *aerial robotic*

B. Penelitian Yang Relevan

1. Jurnal oleh M. Giffari A.P., Ridho P., Singgih Bekti W., dan Nuryake F. (2016) yang berjudul " *Single Propeller Drone* (SINGRONE): Inovasi

Rancang Bangun *Drone Single Propeller* sebagai Wahana Pemetaan Lahan Berbasis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)". Pada jurnal ini dilakukan pembuatan *singlecopter* atau jenis robot terbang dengan menggunakan satu motor penggerak. Pada *singlecopter* ini menggunakan Arduino NANO sebagai kontroler dan sensor MPU6050 untuk mendeteksi perubahan sudutnya.Dari jurnal ini bertujuan agar pesawat ini digunakan untuk pemetaan lahan berbasis UAV. Konsep mengenai sistem terbang dari *singlecopter* pada penelitian yang dilakukan oleh M. Giffari A. P. dkk. diadopsi oleh peneliti dalam pembuatan *training kit* robot *quadcopter* dengan pengembangan pada jumlah motor penggeraknya menggunakan empat motor *brushless* DC, pengaturan nilai PID dapat diatur secara *realtime* serta beberapa data mengenai kondisi dari *quadcopter* dapat dipantau melalui aplikasi pada PC/laptop.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Daniel Julianto (2017) dengan judul "Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Bruhless, Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino NANO pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta". Jenis penelitian yang dilakukan merupakan *Research and Development* (R&D) dengan 10 tahapan prosedur pengembangan yaitu: 1) Identifikasi potensi dan masalah; 2) Pengumpulan masalah; 3) Desain produk; 4) Validasi desain; 5) Revisi desain; 6) Ujicoba produk; 7) Revisi produk; 8) Ujicoba pemakaian; 9) Revisi produk; dan 10) Produksi massal. Namun pada penelitian ini hanya dibatasi sampai tahapan ke-9. Model pengembangan

media pembelajaran yang digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Daniel Julianto digunakan sebagai acuan peneliti terhadap model pengembangan media pembelajaran *training kit* robot *quadcopter*.

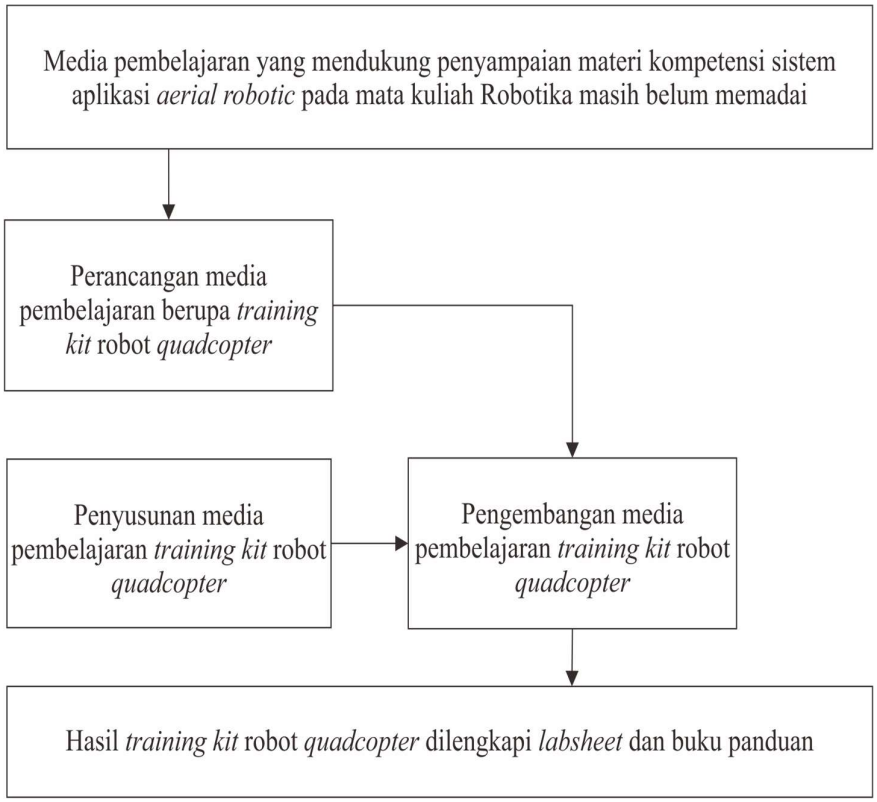
3. Penelitian yang dilakukan oleh Linda Noviasari (2018) dengan judul "Pengembangan Trainer *Visual Servoing* sebagai Media pembelajaran Mata Kuliah Robtika". Tujuan dari penelitian ini untuk membuat, mengetahui unjuk kerja dan menambah media pembelajaran pada mata kuliah robotika di prodi Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Dari penelitian ini menunjukkan hasil validasi isi 87,50% dari ahli materi dan hasil validasi konstruk 89,48% dari ahli media. Untuk hasil dari ujicoba pemakaian yang dilakukan pada mahasiswa memperoleh presentase 85,52%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media ini dikategorikan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran dan penelitian ini menjadi gambaran atau acuan bagi peneliti dalam penyusunan instrumen penelitian dengan pengubahan sesuai dengan penelitian.

C. Kerangka Pikir

Dalam kegiatan pembelajaran, pemahaman peserta didik terhadap materi yang disampaikan oleh pendidik merupakan salah satu dari tujuan kegiatan pembelajaran. Namun tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang disampaikan tidak dapat disama ratakan, karena kemampuan dari setiap siswa yang berbeda. Untuk mengatasi permasalahan tersebut salah

satu solusinya adalah dengan membuat media pembelajarn. Dengan menggunakan media pembelajaran diharapkan dapat mempermudah siswa dalam memahami materi karena rangsangan yang diharapkan didapat peserta didik menyerupai kegiatan sesungguhnya. Dengan adanya media pembelajaran, maka pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan dari hasil studi lapangan, bahwa dalam kegiatan pembelajaran praktikum pada mata kuliah robotika masih terdapat beberapa permasalahan yaitu 1) Mahasiswa kesulitan dalam perancangan pergerakan robot. 2) Komponen praktikum masih berupa *module*, menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam merangkai menjadi satu kesatuan. 3) Kurangnya media pembelajaran yang mendukung penyampaian materi kompetensi sistem aplikasi aerial robotic menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam memahami materi dan implementasinya. 4) Kompetensi mengenai materi sistem aplikasi aerial robotic belum dapat tercapai. Dari permasalahan tersebut digunakan sebagai landasan untuk dilakukannya pengembangan *training kit* robot *quadcopter* pada mata kuliah robotika disertai dengan *labsheet* dan buku panduan. Pengembangan *training kit* menyesuaikan dengan silabi pada mata kuliah Robotika. Untuk lebih jelasnya mengenai kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Diagram Kerangka Pikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir di atas pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana rancang bangun media pembelajaran *training kit* robot *quadcopter* pada mata kuliah Robotika di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika?
2. Bagaimana unjuk kerja media pembelaran *training kit* robot *quadcopter* pada mata kuliah Robotika di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika?

3. Bagaimana uji kelayakan dari media pembelaran *training kit* robot *quadcopter* pada mata kuliah Robotika di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika?