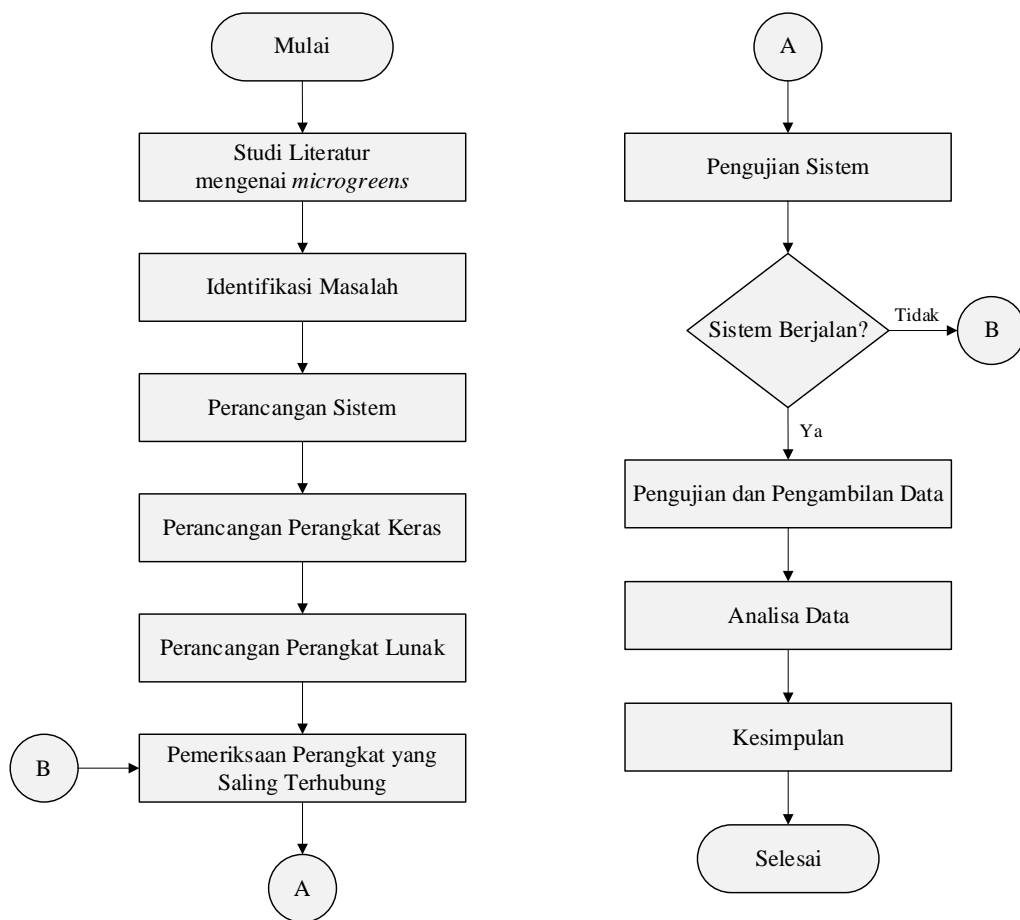


BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Proses perancangan penelitian dibutuhkan serangkaian tahapan dalam proses pengerjaan, mulai dari studi literatur, pengidentifikasian masalah yang kemudian akan dikembangkan dalam penelitian ini, analisa hasil dari simulasi hingga tahapan hasil akhir kesimpulan dari penelitian seperti pada gambar (3.1) alur penelitian berikut :



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Gambar (3.1) menunjukkan proses penelitian yang diawali dengan kegiatan studi literatur mengenai *microgreen* untuk memahami mengenai sistem penanaman *microgreen* secara hidroponik, melakukan perbandingan terhadap kajian teori dari beberapa penelitian sebelumnya, menganalisa kebutuhan sistem untuk memilah perangkat yang dibutuhkan dalam perancangan sistem, serta permasalahan dalam

pembudidayaannya berdasarkan dengan berbagai metode yang telah ada, sehingga permasalahan tersebut dapat dikembangkan pada penelitian ini. Hal tersebut dilakukan penulis berdasarkan berbagai sumber referensi yang dibaca.

Perancangan sistem berdasarkan desain yang telah dibuat dimulai dengan *manufacturing* perangkat keras dan juga perancangan perangkat lunak berupa pembuatan cahaya buatan yang menggunakan sensor intensitas cahaya BH1750 dan juga sensor panjang gelombang AS7262 dengan mikrokontroler Arduino Nano serta LED menjadi sistem yang terintegrasi. Setelah rancang bangun sistem selesai, dilakukan pemeriksaan terhadap keseluruhan sistem yang telah terhubung, kemudian pengujian sistem apakah sistem tersebut berjalan dengan semestinya atau tidak. Jika tidak maka akan dilakukan kembali pemeriksaan pada keseluruhan sistem, jika sistem berjalan dengan semestinya, maka dilanjutkan dengan penyemaian benih alfalfa sampai mencapai pada usia *microgreen* secara hidroponik. Selama pertumbuhan tanaman dilakukan pengambilan data yang nantinya menjadi bahan untuk analisis data. Hasil data serta penganalisisan data yang ada, diambil hasil akhir berupa kesimpulan berdasarkan uraian analisa data penelitian yang telah dilakukan.

3.2 Alat dan Bahan

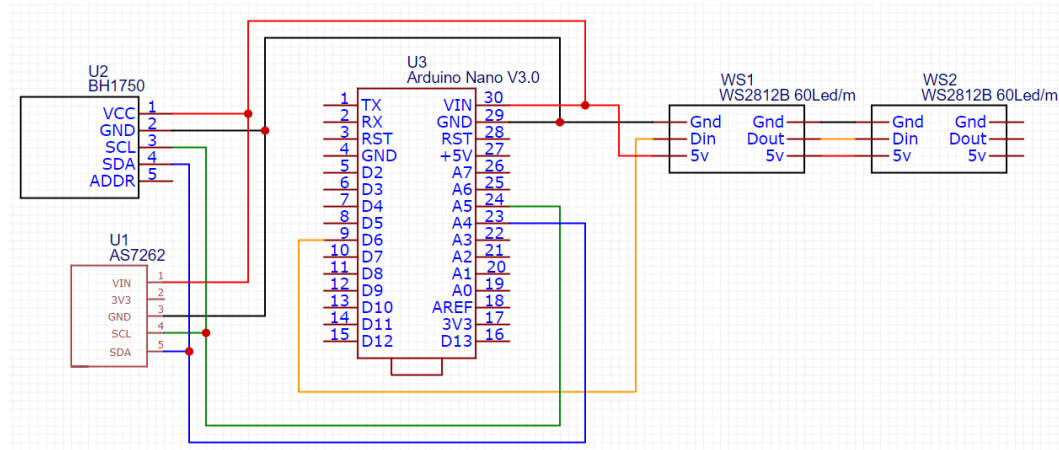
Penelitian ini memerlukan beberapa perangkat yang nantinya akan disusun untuk membentuk suatu sistem serta bahan tambahan untuk melengkapi penelitian ini. Berikut beberapa alat dan bahan yang diperlukan pada penelitian ini :

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

Alat	Bahan	
<i>Software</i> Arduino IDE	Arduino Nano	<i>Plant Box</i>
<i>Soldier</i>	LED RGB WS2812B	<i>Box</i> Kecil
Dudukan <i>Soldier</i>	<i>Power supply</i>	Benih Alfalfa
Tang Kupas/Potong Kabel	<i>Power Plug</i>	Media Tanam <i>Rockwool</i>
Obeng	Timah	Air
Bor	<i>Frame</i> Besi	Nutrisi AB <i>Mix</i>
Gerinda	Sensor BH1750	Sensor AS7262

3.3 Perancangan Sistem

Model rancangan sistem yang dibuat dalam penelitian ini meliputi alat apa yang digunakan serta software yang digunakan, kemudian block diagram sistem *artificial lighting* yang menjadi pedoman pada perancangan perangkat yang digunakan.



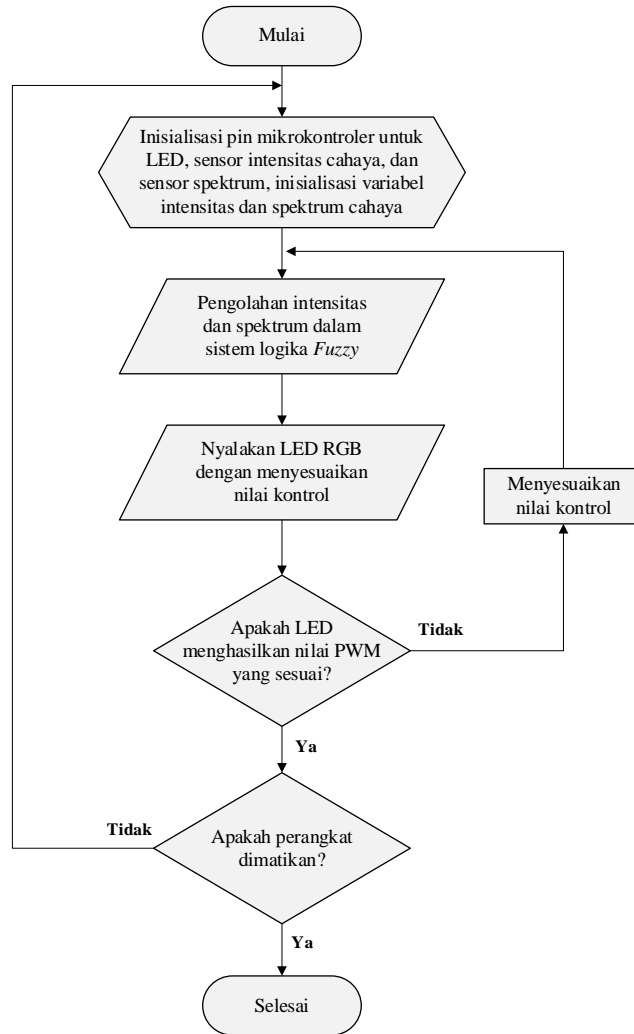
Gambar 3.2 Wiring Diagram pada Perangkat Keras

Gambar (3.2) diatas menunjukkan skematik diagram pada perangkat keras sistem yang terdiri dari mikrokontroler, sensor intensitas cahaya BH1750, sensor panjang gelombang AS7262, serta LED RGB *strip*. Sensor dihubungkan dengan mikrokontroler untuk memberikan masukan ke mikrokontroler. Masukan tersebut kemudian diolah, sehingga menghasilkan nilai kontrol serta mempengaruhi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk menyesuaikan spektrum warna LED.

Tabel 3.2 Informasi Jalur pada Wiring Diagram Perangkat Keras

Pin Sensor/Aktuator	Pin Mikrokontroler
Sensor BH1750	VIN, GND, A5, A4
Sensor AS7262	VIN, GND, A5, A4
LED	VIN, GND, D6

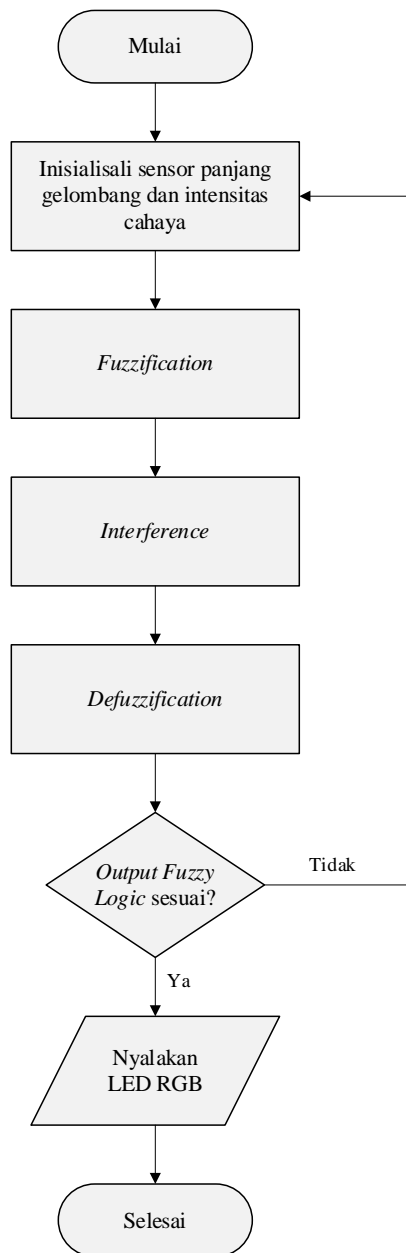
Jalur hubungan pada tiap sensor dan aktuator terhadap mikrokontroler dapat dilihat pada tabel (3.2) di atas, mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Nano karena spesifikasinya sesuai dengan kebutuhan penelitian. Sensor BH1750 dan AS7262 memiliki jalur yang sama. Hal ini dikarenakan kedua perangkat tersebut membutuhkan komunikasi antarmuka *Inter Integrated Circuit* (I2C). Antarmuka I2C berkomunikasi berdasarkan alamat sehingga untuk berkomunikasi, mikrokontroler perlu mengirim alamat yang spesifik pada kedua perangkat.



Gambar 3.3 Flowchart pada Perangkat Lunak

Pada gambar (3.3) menunjukkan diagram alir perangkat lunak untuk mengembangkan pencahayaan buatan dengan sistem *Fuzzy* didalamnya. *Flowchart* perangkat lunak ini merupakan *flowchart* program yang ditanamkan pada Arduino Nano. Arduino Nano perlu dikonfigurasi pin-pin yang digunakan terlebih dahulu. Pada penelitian ini, konfigurasi D6 sebagai bus PWM, konfigurasi A5 dan A4 sebagai komunikasi I2C dengan sensor spektrum dan intensitas cahaya. Setelah konfigurasi pin diatur, Arduino Nano akan mengolah pembacaan spektrum dan intensitas cahaya dalam sistem logika *Fuzzy*, kemudian Arduino Nano akan mengirim nilai kontrol untuk menghasilkan nilai PWM ke bus PWM. LED akan menyala dan memberikan warna terang seperti hasil keluaran dari Mikrokontroler. Jika cahaya menghasilkan nilai PWM yang sesuai, mikrokontroler akan melakukan

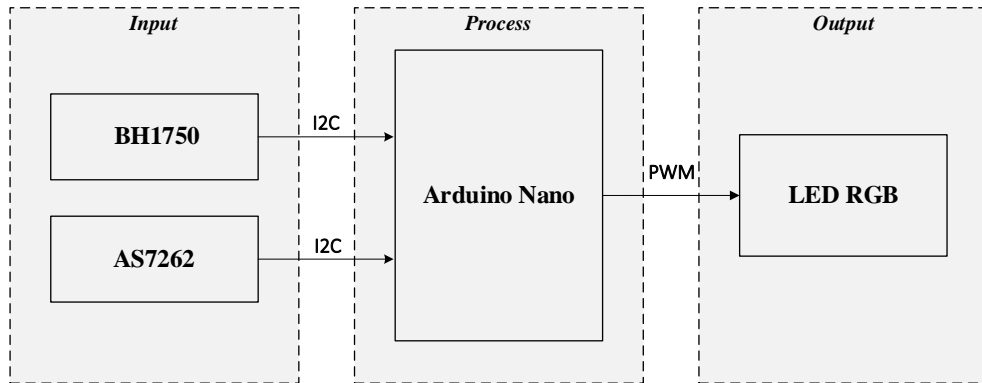
program *loop* hingga proses pemantauan pertumbuhan benih berhenti saat tanaman mencapai umur panen *microgreens* dan maksimal selama 7 hari.



Gambar 3.4 *Flowchart Fuzzy Logic*

Gambar (3.4) diatas merupakan diagram alur pada proses sistem *Fuzzy* setelah menerima informasi pembacaan pencahayaan dari sensor BH1750 dan AS7262. Terdapat 3 komponen utama dalam proses Logika *Fuzzy* yaitu *fuzzification*, *inference*, dan *defuzzification*. Sistem *Fuzzy* memiliki 2 masukan, yang pertama berupa intensitas cahaya dengan parameter gelap, redup, normal, terang dan terang sekali dengan rentang 0 – 1000 Lux. Masukan kedua berupa

panjang gelombang dengan warna merah dan biru masing-masing dengan rentang nilai spektrum 0 – 750 nm. Parameter warna merah berupa merah muda, merah dan merah tua, sedangkan parameter warna biru berupa biru muda, biru, dan biru tua. Keluaran berupa nilai PWM yang jika sesuai maka akan menyalakan lampu LED, namun jika keluaran belum sesuai maka akan dilakukan kembali dimulai inisialisasi pembacaan sensor.



Gambar 3.5 Diagram Blok Sistem

Pembuatan perangkat berdasarkan blok sistem di atas menunjukkan peran semua komponen menggunakan Arduino Nano berbasis mikrokontroler ATmega328 sebagai otak pengendali keseluruhan sistem. Arduino Nano terhubung dengan sensor intensitas cahaya BH1750 serta sensor spektrum AS7262 sebagai masukan dan LED sebagai keluarannya. Kedua sensor ini berkomunikasi dengan Arduino Nano sebagai perangkat proses menggunakan komunikasi I2C. Arduino Nano akan mendapatkan pembacaan intensitas dan panjang gelombang oleh kedua sensor tersebut, yang kemudian diolah dalam suatu sistem logika *Fuzzy*, sehingga menghasilkan nilai kontrol yang dapat mempengaruhi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk menyesuaikan spektrum warna LED.

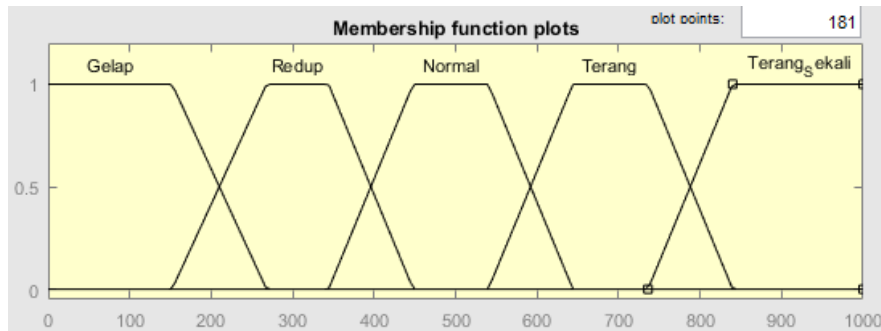
Guna memastikan kebutuhan cahaya pada benih terpenuhi, sistem ini menggunakan 2 *array* yang mewakili 2 spektrum warna yaitu spektrum merah dan spektrum biru. Dalam suatu rangkaian LED terdiri dari 3 LED RGB untuk membuat satu spektrum cahaya. Konfigurasi ini diperlukan untuk menghasilkan kualitas cahaya yang baik. Setelah sistem berhasil berjalan sesuai perintah, *output* berupa nyala cahaya LED akan digunakan untuk penyinaran benih alfalfa. Penyinaran ini akan dilihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan benih dan dipantau untuk pencatatan hasil datanya.

3.4 Pengujian Sistem Fuzzy

Pada sub bab ini akan menjelaskan mengenai pengujian serta pengambilan data berupa perbandingan hasil perhitungan menggunakan metode Fuzzy yang dihitung secara manual dengan hasil perhitungan. Metode Fuzzy dengan 3 komponen utama yaitu proses *Fuzzification*, *inference*, dan *Defuzzification*. Sistem Fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan kurva trapesium dengan metode Mamdani.

3.4.1 Perancangan Fuzzyfikasi

Perancangan *fuzzyfikasi* dilakukan dengan memetakan dari nilai masukan untuk mendapatkan derajat keanggotaan dari sebuah nilai *crisp* menjadi himpunan Fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan. Nilai masukan didapatkan berdasarkan pembacaan sensor. Dalam hal ini sebagai acuan bagaimana sistem fuzzy bekerja, dimana nilainya dapat diinputkan sendiri secara manual. Nilai *range* pada intensitas cahaya sebesar 152 hingga 840 lx, dan *range* panjang gelombang merah sebesar 152 hingga 650 nm dan biru 150 hingga 550 nm.



Gambar 3.6 Contoh Perancangan Fuzzyfikasi Masukan Intensitas Cahaya

Gambar (3.6) menunjukkan perancangan *fuzzyfikasi* pada inputan intensitas cahaya sebanyak lima (5) *membership function* yaitu gelap, redup, normal, terang dan terang sekali. Berdasarkan perancangan *fuzzyfikasi* diatas, dapat diketahui derajat keanggotaan tiap *membership function* adalah sebagai berikut :

Derajat Keanggotaan Gelap :

$$\mu_{Gelap}[x] = \begin{cases} 1; & x < 152 \\ \left(\frac{268-x}{116}\right); & 152 \leq x \leq 268 \\ 0; & x > 268 \end{cases} \quad (3.1)$$

Derajat Keanggotaan Redup :

$$\mu_{Redup}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 152 \text{ atau } x \geq 448 \\ \left(\frac{x-152}{116}\right); & 152 \leq x \leq 268 \\ 1; & 268 \leq x \leq 344 \\ \left(\frac{448-x}{104}\right); & 344 \leq x \leq 448 \end{cases} \quad (3.2)$$

Derajat Keanggotaan Normal :

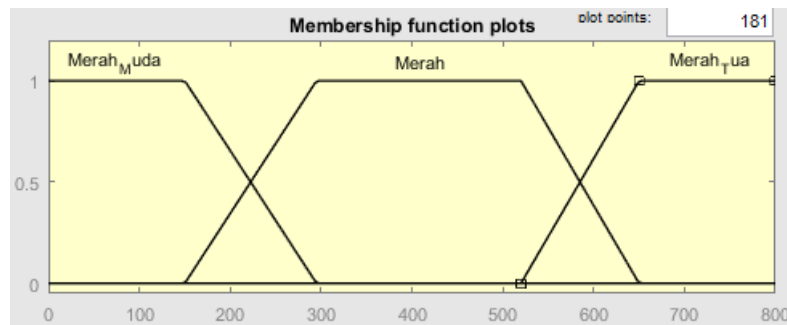
$$\mu_{Normal}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 344 \text{ atau } x \geq 644 \\ \left(\frac{x-344}{104}\right); & 344 \leq x \leq 448 \\ 1; & 448 \leq x \leq 540 \\ \left(\frac{644-x}{104}\right); & 540 \leq x \leq 644 \end{cases} \quad (3.3)$$

Derajat Keanggotaan Terang :

$$\mu_{Terang}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq 840 \\ \left(\frac{x-a}{104}\right); & 540 \leq x \leq 644 \\ 1; & 644 \leq x \leq 736 \\ \left(\frac{840-x}{104}\right); & 736 \leq x \leq 840 \end{cases} \quad (3.4)$$

Derajat Keanggotaan Terang Sekali :

$$\mu_{Terang \text{ Sekali}}[x] = \begin{cases} 0; & x < 736 \\ \left(\frac{x-736}{104}\right); & 736 \leq x \leq 840 \\ 1; & x > 840 \end{cases} \quad (3.5)$$



Gambar 3.7 Contoh Perancangan *Fuzzyfikasi* Masukan Panjang Gelombang Merah

Gambar (3.7) menunjukkan perancangan *fuzzyfikasi* pada *inputan* panjang gelombang cahaya sebanyak tiga (3) *membership function* yaitu merah muda, merah, dan merah tua. Berdasarkan perancangan *fuzzyfikasi* diatas, dapat diketahui derajat keanggotaan tiap *membership function* adalah sebagai berikut :

Derajat Keanggotaan Merah Muda :

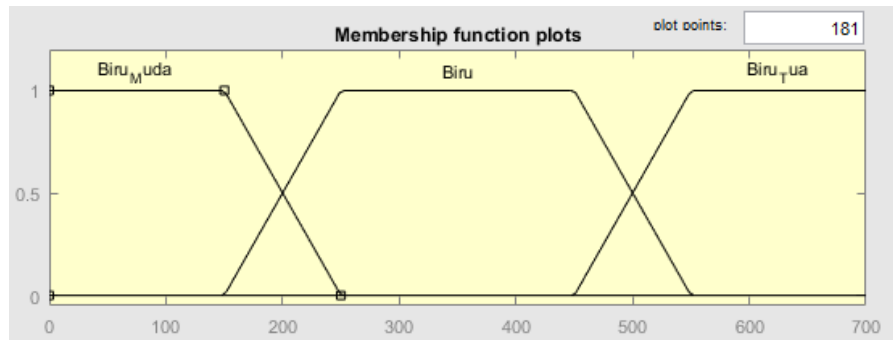
$$\mu_{Merah\ Muda}[x] = \begin{cases} 1; & x < 150 \\ \left(\frac{295-x}{145}\right); & 150 \leq x \leq 295 \\ 0; & x > 295 \end{cases} \quad (3.6)$$

Derajat Keanggotaan Merah :

$$\mu_{Merah}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 650 \\ \left(\frac{x-150}{145}\right); & 150 \leq x \leq 295 \\ 1; & 205 \leq x \leq 450 \\ \left(\frac{650-x}{130}\right); & 520 \leq x \leq 650 \end{cases} \quad (3.7)$$

Derajat Keanggotaan Merah Tua :

$$\mu_{Merah\ Tua}[x] = \begin{cases} 0; & x < 520 \\ \left(\frac{x-520}{130}\right); & 4520 \leq x \leq 650 \\ 1; & x > 650 \end{cases} \quad (3.8)$$



Gambar 3.8 Contoh Perancangan Fuzzyfikasi Masukan Panjang Gelombang Biru

Gambar (3.8) menunjukkan perancangan *fuzzyfikasi* pada *inputan* panjang gelombang cahaya sebanyak tiga (3) *membership function* yaitu biru muda, biru, dan biru tua. Berdasarkan perancangan *fuzzyfikasi* diatas, dapat diketahui derajat keanggotaan tiap *membership function* adalah sebagai berikut

Derajat Keanggotaan Biru Muda :

$$\mu_{Biru\ Muda}[x] = \begin{cases} 1; & x < 150 \\ \left(\frac{250-x}{100}\right); & 150 \leq x \leq 250 \\ 0; & x > 250 \end{cases} \quad (3.9)$$

Derajat Keanggotaan Biru :

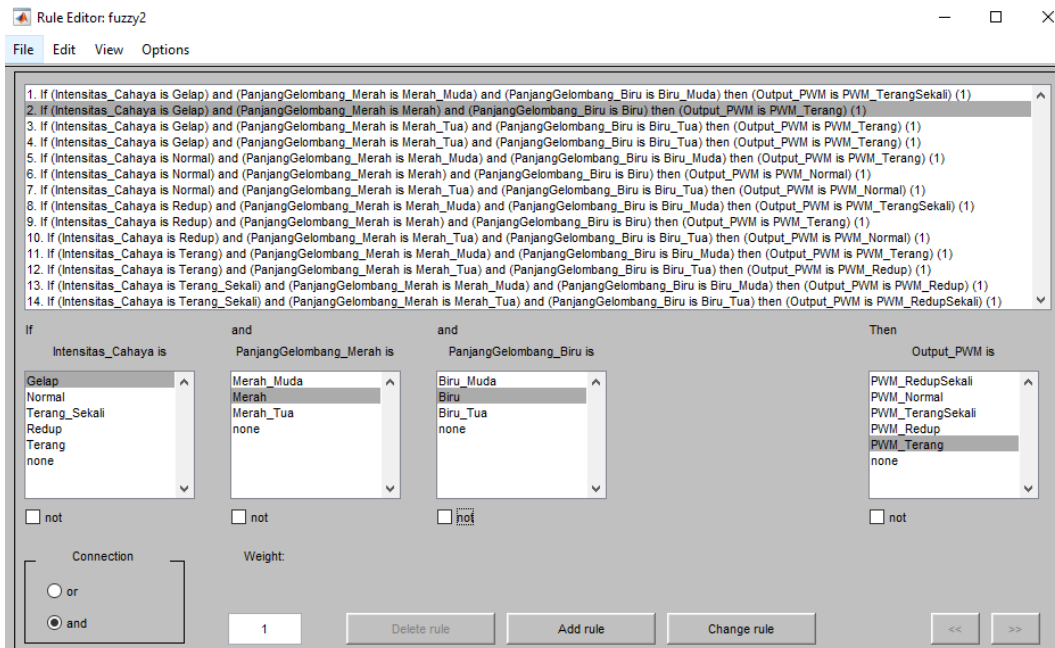
$$\mu_{Biru}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 550 \\ \left(\frac{x-150}{100}\right); & 150 \leq x \leq 250 \\ 1; & 250 \leq x \leq 450 \\ \left(\frac{550-x}{100}\right); & 450 \leq x \leq 550 \end{cases} \quad (3.10)$$

Derajat Keanggotaan Biru Tua :

$$\mu_{Biru\ Tua}[x] = \begin{cases} 0; & x < 450 \\ \left(\frac{x-450}{100}\right); & 450 \leq x \leq 550 \\ 1; & x > 550 \end{cases} \quad (3.11)$$

3.4.2 Perancangan Fungsi Implikasi

Pada logika *Fuzzy* diberikan *rule* atau aturan yang mudah dipahami, seperti IF-THEN. *Inference* merupakan proses mendapatkan aksi keluaran terhadap suatu kondisi *input* menjadi keluaran *Fuzzy* dengan cara mengikuti aturan-aturan (*rule base*) yang telah ditetapkan IF-THEN. Perancangan *rule* tersebut sebagai jembatan yang menghubungkan masukan dan keluaran *fuzzy*. Penelitian ini menggunakan metode mamdani dimana fungsi implikasi yang digunakan ialah *min*.



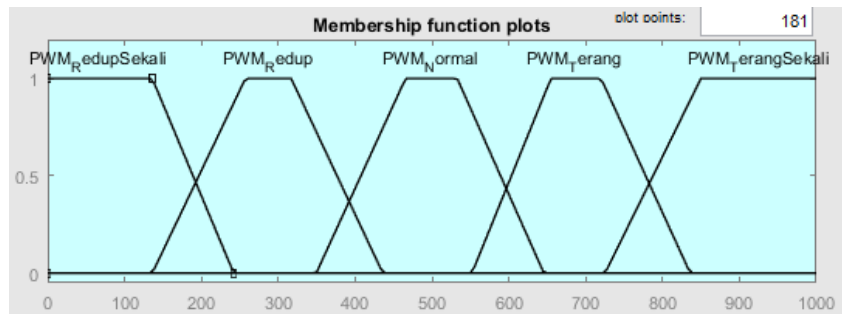
Gambar 3.9 Contoh Perancangan *Rule*



Gambar 3.10 Contoh Perancangan *Rule Viewer*

3.4.3 Perancangan *Defuzzifikasi*

Proses perancangan *defuzzifikasi* dilakukan untuk menghasilkan suatu keluaran yang diinginkan dengan mengubah keluaran *Fuzzy* yang diperoleh dari *inference system* menjadi nilai *crisp* kembali menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan yang dilakukan *fuzzyfikasi* dengan metode *centroid* (titik pusat). Nilai keluaran didapatkan berdasarkan proses implikasi.



Gambar 3.11 Contoh Perancangan *Defuzzifikasi*