

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

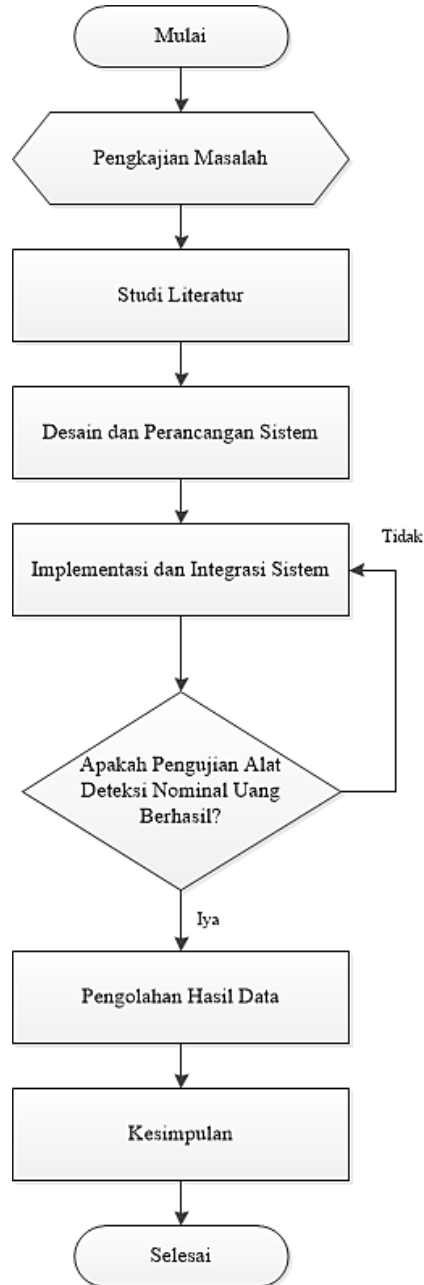
Pada perancangan sistem yang akan dilakukan dalam penelitian ini, membutuhkan beberapa alat dan bahan yang digunakan. Berikut beberapa alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. 1 Daftar Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah	Satuan
1	Laptop HP Core- i3 14s-cf0xxx	1	Buah
2	Arduino Nano	1	Buah
3	Sensor Warna TCS3200	1	Buah
4	DF <i>miniplayer</i>	1	Buah
5	<i>Speaker</i> 8ohm 20mm	1	Buah
6	Memori <i>micro SD card</i> 1GB	1	Buah
7	Baterai Lithium 18650	2	Buah
8	Modul <i>Charger</i> TP5100	1	Buah
9	<i>Push Button</i>	1	Buah
10	Sakelar <i>Switch</i> SPST	1	Buah
11	Adaptor DC Jack 5.5mm 9v 1A	1	Buah
12	<i>Port</i> DC Jack	1	Buah
13	Uang Kertas Rupiah	14	Lembar
14	<i>Box</i> Komponen	1	Buah
15	Arduino IDE	1	Buah

3.2 ALUR PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan dimulai dari pengkajian masalah sampai dengan adanya kesimpulan, seperti yang terlihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 *Flowchart* Alur Penelitian

Sesuai dengan *flowchart* alur penelitian pada gambar 3.1, penelitian ini akan dimulai dari tahap pengkajian masalah, di mana dalam tahap ini penulis merinci apa saja yang menjadi latar belakang dibuatnya alat pendeteksi uang

beserta kegunaan, manfaat, dan harapan dengan adanya alat ini. Setelah mendapatkan inti dari permasalahan yang akan diteliti, penulis melakukan perbandingan yang berupa kajian teori dari beberapa penelitian sebelumnya yang membahas topik terkait perancangan alat yang akan penulis lakukan. Hal tersebut dilakukan penulis dengan membaca berbagai sumber referensi yang berasal dari buku, jurnal, artikel, atau tulisan yang bersumber dari internet sehingga dapat memperkaya informasi dalam menunjang penelitian ini.

Sistem kemudian dirancang sesuai dengan desain yang telah dibuat, pembuatan desain ini bertujuan untuk memberikan gambaran kepada penulis dalam melakukan perancangan sehingga setiap komponen yang digunakan dapat menjadi suatu sistem yang terintegrasi. Ketika sistem sudah dipastikan terintegrasi satu dengan yang lainnya, dapat dilanjutkan dengan memasukan program ke dalam mikrokontroler yang digunakan. Program yang telah tertanam dalam mikrokontroler kemudian dilakukan uji coba yang bertujuan untuk mengetahui bahwa program dapat bekerja dengan baik pada sistem.

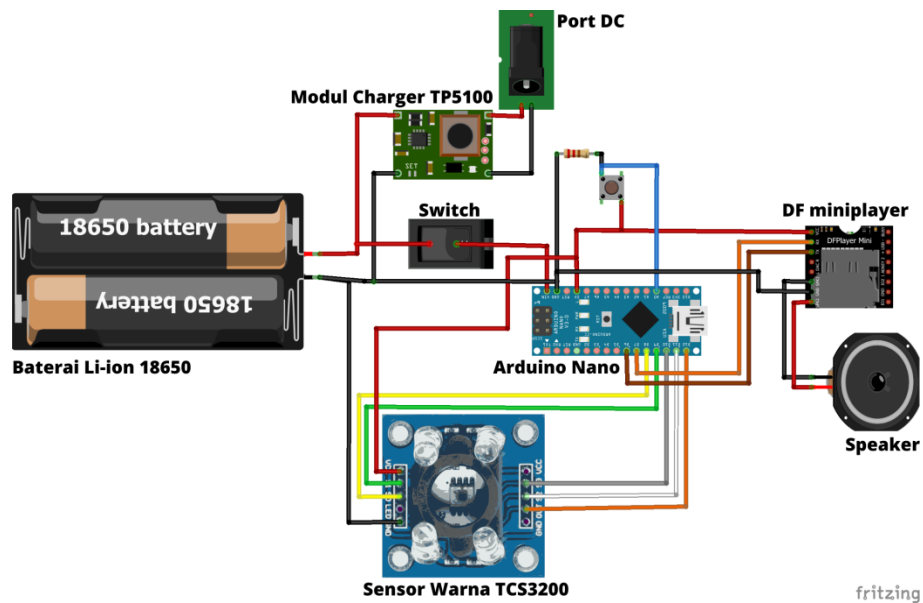
Tahap pengujian alat yang berhasil dapat membuat sistem beroperasi sesuai dengan prosedur program yang telah dibuat, sehingga dapat digunakan untuk melakukan proses pengambilan dan pengolahan data. Akan tetapi, jika uji alat dinyatakan belum berhasil kemungkinan masih terdapat komponen yang masih belum bisa beroperasi. Hal tersebut perlu dilakukan adanya peninjauan ulang pada proses integrasi sistem. Data yang diperoleh kemudian akan diolah sesuai dengan metode yang telah ditentukan agar dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

Adanya rancangan sistem pada sebuah penelitian bertujuan agar dalam melakukan perancangan dapat sesuai dengan rencana yang telah dibuat oleh penulis. Perancangan sistem ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu *wiring diagram* dan *flowchart*.

3.3.1 WIRING DIAGRAM DAN SKEMATIK SISTEM

Dalam perancangan sistem, tahap pembuatan *wiring* diagram dan skematik rangkaian dapat membantu untuk memperjelas sistem pengkabelan dan sambungan antar pin yang akan dilakukan pada saat perancangan *hardware*.



Gambar 3. 2 *Wiring* Diagram Perancangan Sistem

Wiring diagram pada gambar 3.2 menggambarkan sistem pengkabelan dari keseluruhan komponen yang akan masuk ke tahap perancangan *hardware* dengan menggunakan komponen utama arduino nano sebagai mikrokontroler yang akan membuat sistem dapat beroperasi sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Pada *wiring* diagram, pin S0 sampai pin S3 pada sensor TCS3200 terhubung dengan pin D8 sampai pin D11 pada arduino nano, di mana pin S0 dan S1 merupakan pin yang berfungsi untuk mengonversi arus ke frekuensi sedangkan pin S2 dan S3 berfungsi untuk menentukan warna yang tertangkap oleh sensor. Selain itu, pin *out* pada sensor TCS3200 terhubung dengan pin D12 pada arduino nano. Pin *out* dari sensor TCS3200 akan menjadi masukan pada mikrokontroler sehingga data yang diperoleh dapat diproses di dalamnya.

Pemrosesan yang terjadi pada mikrokontroler digunakan untuk mengirimkan perintah dan menerima data dari DF *miniplayer* melalui pin RX dan TX yang terhubung dengan pin D6 dan pin D7 pada arduino nano. Arduino nano

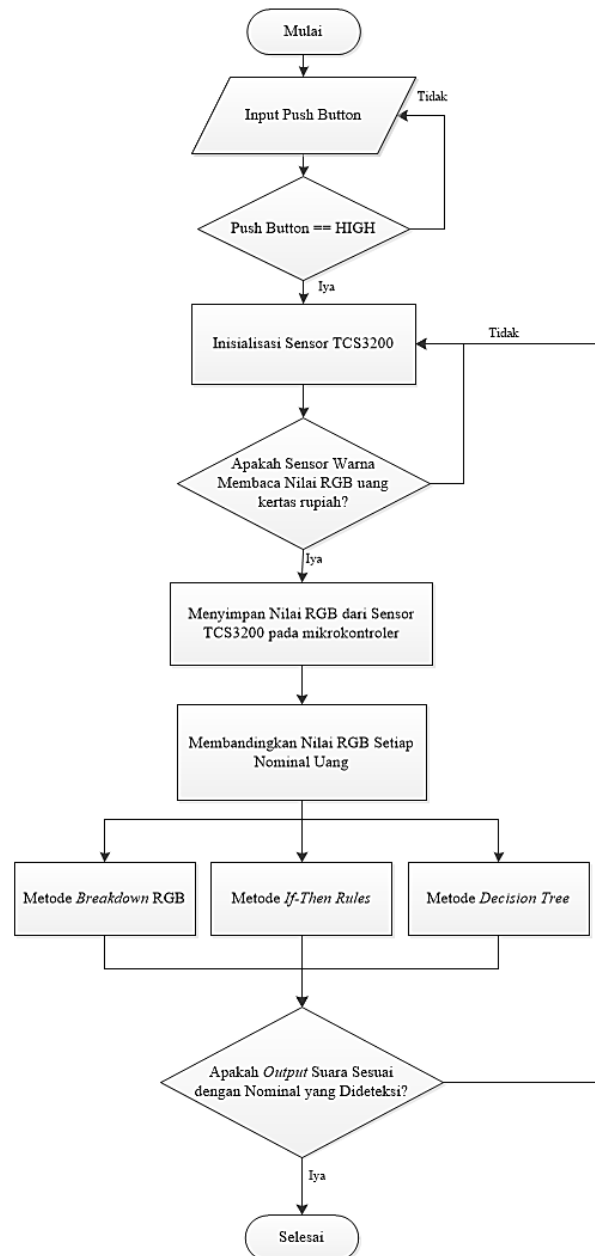
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin pada Wiring Diagram Perancangan Sistem

Komponen	Pin	Arduino Nano	Modul Charger TP5100	DF mini player
Sensor Warna TCS3200	S0	D8	-	-
	S1	D9	-	-
	S2	D11	-	-
	S3	D10	-	-
	<i>Out</i>	D12	-	-
DF mini player	RX	D7	-	-
	TX	D6	-	-
<i>Speaker</i>	SP(+)	-	-	SPK1
	SP(-)	-	-	SPK2

Konfigurasi sambungan antar pin di setiap komponen telah disajikan pada tabel 3.2 yang bertujuan untuk lebih memudahkan pada saat tahap implementasi perancangan *hardware*. Pengkonfigurasian pin tersebut merujuk pada wiring diagram dan skematik yang telah disajikan pada gambar 3.2 dan gambar 3.3.

3.3.2 FLOWCHART PERANCANGAN SISTEM

Flowchart perancangan sistem menjelaskan terkait alur proses kerja dari perancangan sistem yang akan diimplementasikan sehingga dapat menjadi gambaran untuk prosedur kerja yang diterapkan dari sistem yang dirancang.



Gambar 3. 4 *Flowchart* Perancangan Sistem

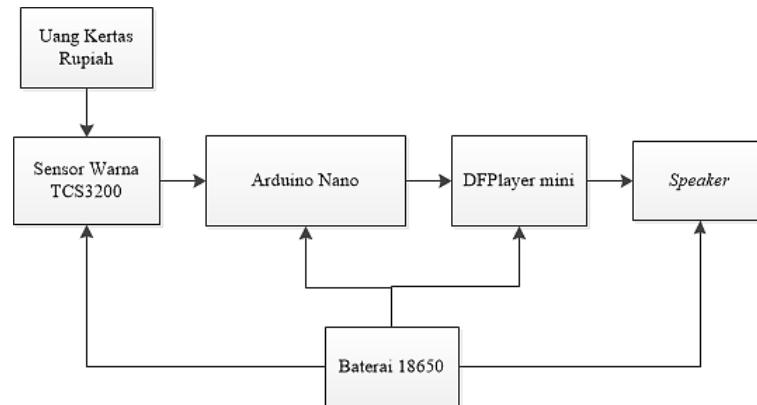
Prosedur atau alur kerja agar sistem dapat mendeteksi nominal uang kertas rupiah dilakukan dengan melakukan *input* pada *push button* dengan menekan *push*

button agar sistem dapat beroperasi. Hal tersebut dilakukan setelah sistem dalam keadaan menyala sehingga mampu untuk menerima data, mengolah data, dan memberikan hasil pendeteksian. Ketika *push button* ditekan maka sensor warna akan bekerja untuk menangkap warna RGB dari objek yang dideteksi. Sensor warna akan menginisialisasi masing-masing warna yang didapatkan ke dalam nilai *Red, Green, Blue*. Data *range* nilai RGB yang telah diperoleh dan dikelompokkan berdasarkan nominalnya kemudian disimpan ke dalam mikrokontroler. *Range* nilai RGB akan dibandingkan dengan *range* nilai RGB antar nominal ketika dilakukan pendeteksian pada suatu nominal uang kertas.

Nilai RGB yang diperoleh pada saat pendeteksian akan dibandingkan terhadap nilai RGB data acuan sesuai dengan metode yang sedang digunakan saat melakukan pengambilan data. Apabila pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode *breakdown* RGB, maka nilai RGB hasil pendeteksian akan dibandingkan dengan nilai RGB pada data acuan *breakdown* RGB untuk mendapatkan hasil keluaran dari sistem. Hal tersebut juga berlaku untuk pengambilan data dengan menggunakan metode *if-then rules* dan metode *decision tree* karena masing-masing metode memiliki kode program yang berbeda akan tetapi untuk alur kerjanya sama. *Output* yang dihasilkan dari proses perbandingan antar nilai RGB pada setiap nominal uang di masing-masing metode akan membuat sistem mengeluarkan suara yang bersumber dari *speaker*.

3.4 BLOK DIAGRAM SISTEM

Rancangan blok diagram dibuat agar dapat memudahkan pembuatan sebuah sistem dengan mengetahui gambaran antara hubungan setiap komponen inti yang digunakan dalam alat pendeteksi uang. Blok diagram juga dirancang dengan tujuan untuk dapat melihat prinsip kerja dari sistem.

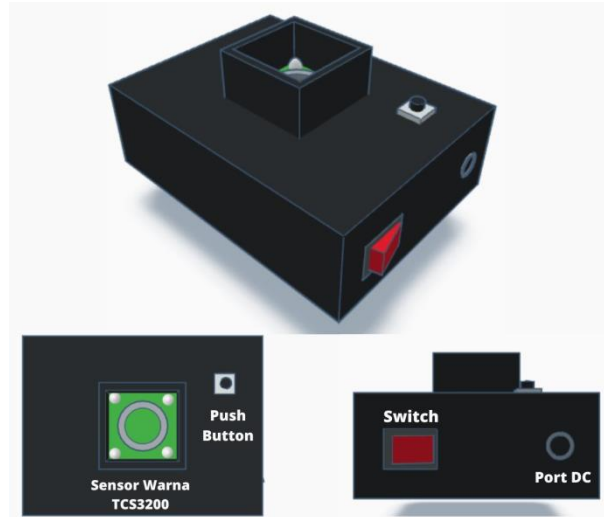


Gambar 3.5 Blok Diagram Sistem

Blok diagram yang terdapat pada gambar 3.5 merupakan hubungan antar *hardware* yang dimulai dari sensor warna untuk mendeteksi dan melakukan pembacaan untuk setiap komponen warna RGB pada uang. Kemudian didapatkan data yang berupa nilai dari masing-masing warna RGB yang masuk ke mikrokontroler untuk diolah datanya. Hasil dari pengolahan data yang terjadi di arduino nano akan memberikan perintah terhadap *DF mini player* untuk memutar *file* audio mp3 yang berisi *record* suara tentang penyebutan nominal uang kertas rupiah yang digunakan pada penelitian ini. *File* yang telah dipilih akan diputar dan mengeluarkan suara melalui *speaker*. Sumber tegangan yang digunakan untuk mengoperasikan setiap komponen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan baterai lithium 18650 sebanyak dua buah.

3.5 DESAIN SISTEM

Pembuatan desain sistem ini dimaksudkan untuk mempermudah penulis dalam tahap implementasi dari perancangan sistem yang telah dibuat. Desain sistem ini juga memberikan gambaran yang berupa bentuk fisik dari sistem yang akan diujikan nantinya.



Gambar 3. 6 Desain Sistem

Pada gambar 3.6 menunjukkan gambaran desain dari sistem yang akan dibuat pada penelitian ini. Desain sistem ini berbentuk balok dengan ukuran Panjang 10 cm, lebar 7.5 cm, dan tinggi 3.5 cm. Komponen lain seperti arduino nano, baterai, DF *mini player*, modul *charger* TP5100 dan *speaker* diletakkan di bagian dalam *box*. Peletakkan sensor yang menghadap ke atas berfungsi untuk memudahkan pengguna pada saat meletakkan uang yang akan dideteksi. Perbedaan bentuk tombol *switch* dan *push button* juga berfungsi agar ketika alat digunakan oleh penyandang tunanetra dapat membedakan berdasarkan fungsinya dengan menggunakan indra peraba. Desain alat yang dibuat dengan ukuran minimalis dan penggunaan catu daya yang bersumber dari baterai lithium 18650 yang dapat diisi ulang bertujuan untuk mempermudah penyandang tunanetra dalam menggunakan alat ini tanpa adanya batasan tempat.

3.6 METODE PENGUJIAN

3.6.1 Pengujian *Hardware*

Pengujian *hardware* merupakan serangkaian pengujian yang dilakukan pada komponen-komponen yang digunakan dalam rancangan sistem ini. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen dalam keadaan baik dan mampu dioperasikan sesuai fungsinya. Pengujian *hardware* ini meliputi pengujian pada sensor warna TCS3200, mikrokontroler arduino nano, *speaker*, DF *miniplayer*, dan pengujian rangkaian secara keseluruhan.

Pengujian pada sensor warna dilakukan dengan menggunakan program pendeteksian warna dan beberapa uang kertas rupiah untuk mengetahui bahwa filter warna pada sensor dapat berfungsi dengan baik. Pengujian DF *miniplayer* dan *speaker* dilakukan dengan menghubungkan dua komponen tersebut ke mikrokontroler, di mana pada DF *miniplayer* dipasang kartu memori yang telah diisi dengan rekaman suara. Pengujian rangkaian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja rangkaian secara keseluruhan dengan menempatkan salah satu nominal uang kertas rupiah untuk dideteksi nominalnya.

3.6.2 Pengujian Software

Pada pengujian *software* ini dilakukan dengan mengujicobakan program yang telah dibuat pada *software* arduino IDE serta memastikan kembali bahwa program yang dibuat sudah benar dan tidak mengalami *error*. Pemrograman yang telah selesai akan di-*upload* ke mikrokontroler arduino nano dan diuji-cobakan cara kerjanya dengan sistem yang telah dirangkai.

3.7 METODE PENGAMBILAN DATA

Pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini memiliki beberapa tahapan diantaranya dimulai dengan pengambilan data *range* RGB untuk setiap nominal uang kertas rupiah emisi tahun 2016 dan emisi tahun 2022. Pengambilan data *range* RGB tersebut akan dilakukan pada enam sisi uang diantaranya sisi kiri bawah, tengah bawah, kanan bawah, kiri atas, tengah atas, dan kanan atas. Data *range* RGB yang telah diperoleh kemudian akan dilakukan pengujian untuk mengetahui performa yang dihasilkan alat dalam mendeteksi nominal uang kertas rupiah.

Pengujian awal dilakukan tanpa menggunakan *speaker* terlebih dahulu dengan melihat hasil pendeteksian pada bagian serial monitor yang terdapat pada arduino IDE. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hasil yang dikeluarkan dari alat pada saat dilakukan pendeteksian. Apabila pengujian berhasil maka pengambilan data selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan *speaker* sebagai keluaran yang berbentuk suara. Dalam pengambilan data ini dilakukan sebanyak sepuluh kali untuk setiap nominal dengan menempatkan uang kertas di berbagai macam

sisi dengan tujuan untuk mengetahui sisi mana yang dinilai akurat dapat terdeteksi.



Gambar 3. 7 Alur Pengambilan Data Untuk Setiap Nominal

Dalam sepuluh kali pengambilan data yang dilakukan untuk setiap nominal dibagi menjadi lima bagian di setiap sisi uang kertas di mana bagian tersebut merupakan alur pendeteksian yang dimulai dari sisi bagian bawah uang kertas. Bagian-bagian tersebut mewakili setiap sudut dalam uang kertas untuk mencari sisi yang dapat terdeteksi dengan benar nominalnya.

3.8 PERANCANGAN *DECISION TREE*

Dalam penelitian ini, *decision tree* digunakan untuk menentukan *range* warna dari uang kertas yang dapat merepresentasikan setiap nominal dengan menggunakan data *range* RGB yang telah diperoleh untuk kemudian disajikan dalam bentuk aturan (*rule*). Dari hasil perhitungan *decision tree* ini juga nantinya diperoleh hasil dalam bentuk *rule* yang akan digunakan sebagai data dalam pengujian menggunakan metode *if-then rules* dan metode *decision tree*.

Konsep data dalam *decision tree* dinyatakan dalam bentuk tabel dengan atribut dan *record*, di mana atribut menyatakan suatu parameter yang dibuat sebagai kriteria dalam pembentukan *tree*. Proses dalam *decision tree* dimulai dari mengubah bentuk data (tabel) ke dalam model *tree*, kemudian mengubah model *tree* menjadi *rule*, dan menyederhanakan *rule* (*pruning*).

3.8.1 Mengubah Data Menjadi *Tree*

Pada tahap ini dilakukan dengan menentukan *node* terpilih dengan menggunakan nilai *entropy* dari setiap kriteria data *sample* yang ditentukan di mana *node* terpilih ini diambil dari kriteria dengan nilai *entropy* yang paling kecil.

Tabel 3. 3 Data *Sample Range* RGB

Nominal	Sisi Uang	R	G	B
1.000	Kiri Bawah	43	44	43
	Tengah Bawah	59	59	48
	Kanan Bawah	52	57	53
2.000	Kiri Bawah	52	57	56
	Tengah Bawah	44	45	43
	Kanan Bawah	49	49	43
5.000	Kiri Bawah	52	45	43
	Tengah Bawah	48	57	49
	Kanan Bawah	38	53	48
10.000	Kiri Bawah	49	47	34
	Tengah Bawah	49	57	34
	Kanan Bawah	47	47	34

Data yang digunakan dalam tabel 3.3 merupakan data awal dari hasil pengambilan nilai RGB di sisi kiri bawah, tengah bawah, dan kanan bawah untuk nominal uang kertas rupiah dari Rp1.000,- sampai dengan Rp10.000,-. Pengambilan nilai RGB yang dilakukan pada tiga sisi bawah uang kertas bermaksud untuk menemukan kemungkinan dari sisi sebelah mana yang nantinya akan dapat terdeteksi oleh alat pada saat dilakukan pendeteksian.

a. Memilih *Node* Awal

Pemilihan *node* awal dilakukan untuk menentukan variabel pertama yang akan digunakan pada model *tree* dengan cara mengklasifikasikan semua data *sample range* RGB yang terdapat pada tabel 3.3 berdasarkan komponen warna dan nilainya.

Tabel 3. 4 Pemilihan *Node* Awal

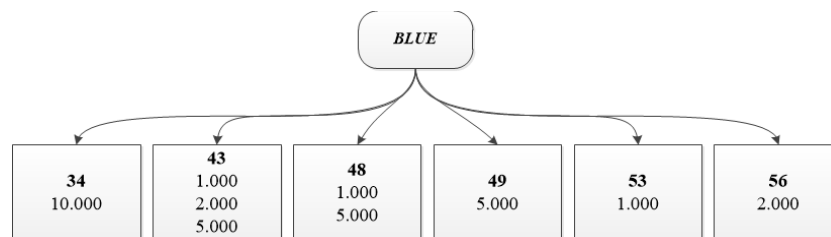
Red	Nominal	Jumlah	Green	Nominal	Jumlah	Blue	Nominal	Jumlah
38	5.000	1	44	1.000	1	34	10.000	3
43	1.000	1		2.000	1		43	1.000
44	2.000	1			5.000	1		2.000
47	10.000	1	47	10.000	1	5.000		1

Red	Nominal	Jumlah	Green	Nominal	Jumlah	Blue	Nominal	Jumlah
48	5.000	1	49	2.000	1	48	5.000	1
49	2.000	1	53	5.000	1		1.000	1
	10.000	2		57	1.000	1	49	5.000
52	1.000	1	2.000		1	53	1.000	1
	2.000	1	5.000		1	56	2.000	1
	5.000	1	10.000		1			
59	1.000	1	59	1.000	1			
Entropy= 0,68			Entropy= 0,834			Entropy= 0,667		

Dari proses klasifikasi data *sample range* RGB berdasarkan komponen warna dan nilainya seperti yang tercantum pada tabel 3.4, pemilihan *node* awal dapat ditentukan dengan melihat hasil perhitungan *entropy* yang bernilai kecil. Pada tahap pemilihan *node* awal, yang menjadi variabel pertama dalam pembuatan model *tree* adalah komponen warna biru beserta komponen nilai yang ada di dalamnya.

b. Penyusunan *Tree* Awal

Node awal yang telah didapatkan dari tahap perhitungan dan klasifikasi sebelum tahap ini, menjadi variabel pertama yang digunakan dalam model *tree*. Penyusunan *tree* awal dilakukan dengan memasukkan semua komponen nilai yang terdapat pada *range* warna biru beserta nominalnya.



Gambar 3. 8 Penyusunan *Tree* Awal

Leaf Node berikutnya dapat dipilih pada bagian yang masih memiliki prediksi nominal lebih dari satu seperti pada nilai *range* 43 dan *range* 48, maka semuanya pasti mempunyai *leaf node*. Tahapan untuk menyusun *leaf node* dilakukan satu per satu.

c. **Menentukan *Leaf Node***

Pada model *tree* awal yang telah disusun masih terdapat komponen nilai yang memiliki representasi untuk lebih dari satu nominal seperti pada komponen nilai 43 dan nilai 48. Oleh karena itu, perlu dilakukan penentuan *leaf node* untuk mendapatkan komponen warna selanjutnya yang akan memecah nominal pada komponen nilai 43 dan nilai 48 menjadi masing-masing nominal yang memiliki *range* yang akan merepresentasikan setiap nominal tersebut.

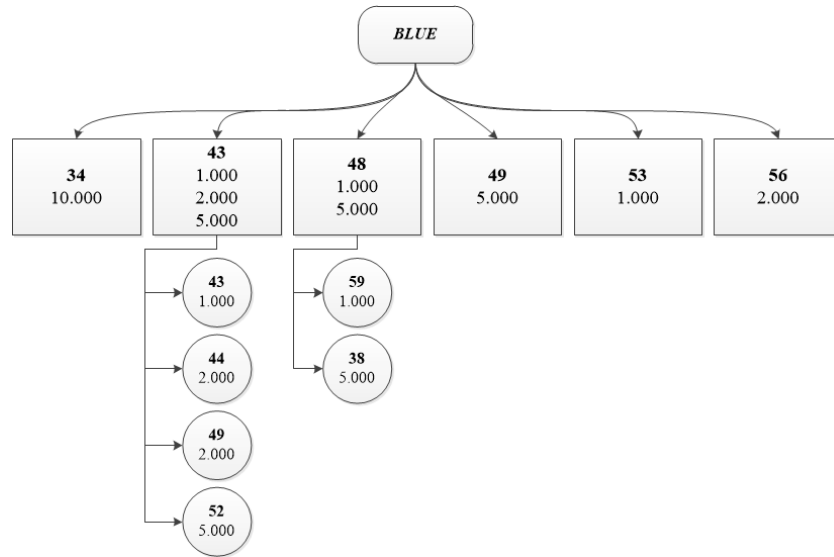
Tabel 3. 5 Penentuan *Leaf Node*

Red	Nominal	Jumlah	Green	Nominal	Jumlah
38	5.000	1	44	1.000	1
43	1.000	1	45	2.000	1
44	2.000	1		5.000	1
49	2.000	1	49	2.000	1
			53	5.000	1
59	1.000	1	59	1.000	1
<i>Entropy= 0</i>			<i>Entropy= 0,33</i>		

Dari hasil penentuan *leaf node* menggunakan klasifikasi data serta perhitungan *entropy* yang telah dilakukan untuk *range* warna *red* dan *green* dari nilai *blue* 43 dan *blue* 48 terpilih *red* sebagai *leaf node* karena memiliki nilai *entropy* terkecil.

3.8.2 Mengubah Model *Tree* menjadi *Rule*

Leaf node yang telah diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam susunan *tree* yang kemudian dari model *tree* yang dibuat dapat diubah menjadi susunan aturan (*rule*).



Gambar 3. 9 Susunan Tree

Pada gambar 3.9 merupakan model *tree* hasil akhir dari tahapan yang telah dilakukan, di mana untuk komponen nilai 43 dan nilai 48 pada warna biru telah mendapatkan komponen nilai tambahan untuk masing-masing nominalnya yang dihasilkan dari komponen nilai yang ada pada warna merah. Dari model *tree* ini dapat dibentuk menjadi serangkaian aturan (*rule*) yang dapat digunakan sebagai data RGB pembanding pada pengujian menggunakan metode *if-then rules*. Aturan (*rule*) yang diperoleh dari hasil perhitungan *decision tree* ini seperti berikut:

- R1 IF *blue* 34 THEN 10.000
- R2 IF *blue* 43 dan *red* 43 THEN 1.000
- R3 IF *blue* 43 dan *red* 44 THEN 2.000
- R4 IF *blue* 43 dan *red* 49 THEN 2.000
- R5 IF *blue* 43 dan *red* 52 THEN 5.000
- R6 IF *blue* 48 dan *red* 59 THEN 1.000
- R7 IF *blue* 48 dan *red* 38 THEN 5.000
- R8 IF *blue* 49 THEN 5.000
- R9 IF *blue* 53 THEN 1.000
- R10 IF *blue* 56 THEN 2.000

3.8.3 Menyederhanakan *Rule* (*Pruning*)

Dari sepuluh *rule* yang telah diperoleh disederhanakan lagi menjadi empat *rule*, di mana masing-masing nominal memiliki komponen warna yang sama dan memiliki satu nilai dari komponen warna tersebut. Warna biru dapat merepresentasikan setiap nominal dengan masing-masing nilai yang berbeda antar nominalnya. Aturan (*rule*) yang telah disederhanakan seperti berikut:

R1 IF *blue* 34 THEN 10.000

R2 IF *blue* 49 THEN 5.000

R3 IF *blue* 53 THEN 1.000

R4 IF *blue* 56 THEN 2.000

Dari *rules* tersebut dapat digunakan sebagai data pembanding pada proses pengujian dengan menggunakan metode *decision tree*.