

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara teknis yang bersifat ilmiah yang menggunakan metode yang memiliki sistematika dan prosedur yang harus ditempuh dengan tidak mungkin meninggalkan setiap unsur komponen yang diperlukan dalam suatu penelitian.

Penelitian kuantitatif yaitu penelitian yang menekankan pada data - data numerikal (angka) yang diolah dengan metode statistika. Menurut Subana dan Sudrajat (2005), dari segi tujuan penelitian kuantitatif untuk menguji suatu teori, menyajikan suatu fakta atau mendeskripsikan statistik untuk menunjukkan hubungan antar variabel dan ada juga yang sifatnya mengembangkan konsep, mengembangkan pemahaman atau mendiskripsikan banyak hal.

Penelitian merupakan sistem berpikir dan bertindak, artinya ada berbagai faktor dan tindakan yang harus dipikirkan dan dilakukan sehingga tujuan bisa tercapai. Penelitian terdiri dari berbagai unsur yang saling berhubungan secara fungsional. Penelitian memiliki unsur - unsur sebagai berikut :

1. permasalahan
2. teori dan konsep - konsep ilmiah
3. variabel
4. hipotesis (fakultatif)
5. populasi, sampel, dan teknik sampling
6. data
7. instrumen pengumpul data
8. teknik analisis data

3.1.1 Prosedur Penelitian Kuantitatif

Penelitian kuantitatif pelaksanaannya berdasarkan prosedur yang telah direncanakan sebelumnya. Adapun prosedur penelitian kuantitatif terdiri dari tahapan - tahapan kegiatan sebagai berikut.

1. Identifikasi permasalahan
2. Studi literatur.
3. Pengembangan kerangka konsep
4. Identifikasi dan definisi variabel, hipotesis, dan pertanyaan penelitian.
5. Pengembangan disain penelitian.
6. Teknik sampling.
7. Pengumpulan dan kuantifikasi data.
8. Analisis data.
9. Interpretasi dan komunikasi hasil penelitian

3.1.2 Tipe Penelitian Kuantitatif

Dalam melakukan penelitian, peneliti dapat menggunakan metode dan rancangan (*design*) tertentu dengan mempertimbangkan tujuan penelitian dan sifat masalah yang dihadapi. Berdasarkan sifat - sifat permasalahannya, penelitian kuantitatif dapat dibedakan menjadi beberapa tipe sebagai berikut,

1. Penelitian deskriptif
2. Penelitian korelational
3. Penelitian kausal komparatif
4. Penelitian tindakan
5. Penelitian perkembangan
6. Penelitian eksperimen

3.1.3 Metode Penelitian Kuantitatif

Metode yang dipergunakan dalam penelitian kuantitatif, khususnya kuantitatif analitik adalah metode dedutif. Dalam metoda ini teori ilmiah yang telah diterima kebenarannya dijadikan acuan dalam mencari kebenaran

selanjutnya. Metoda ilmiah merupakan cara ilmu memperoleh dan menyusun tubuh pengetahuannya berdasarkan :

- a) Kerangka pemikiran yang bersifat logis dengan argumentasi yang bersifat konsisten dengan pengetahuan sebelumnya yang telah berhasil disusun.
- b) Menjabarkan hipotesis yang merupakan deduksi dari kerangka pemikiran tersebut.
- c) Melakukan verifikasi terhadap hipotesis termaksud untuk menguji kebenaran pernyataannya secara faktual.

Kerangka berpikir ilmiah yang berintikan proses *logico-hypothetico-verifikatif* ini pada dasarnya terdiri dari langkah - langkah sebagai berikut,

1. Perumusan masalah, yang merupakan pertanyaan mengenai objek empiris yang jelas batas - batasnya serta dapat diidentifikasi faktor-faktor yang terkait di dalamnya.
2. Penyusunan kerangka berpikir dalam penyusunan hipotesis yang merupakan argumentasi yang menjelaskan hubungan yang mungkin terdapat antara berbagai faktor yang saling mengait dan membentuk konstelasi permasalahan. Kerangka berpikir ini disusun secara rasional berdasarkan premis - premis ilmiah yang telah teruji kebenarannya dengan memperhatikan faktor - faktor empiris yang relevan dengan permasalahan.
3. Perumusan hipotesis yang merupakan jawaban sementara atau dugaan terhadap pertanyaan yang diajukan yang materinya merupakan kesimpulan dari kerangka berpikir yang dikembangkan.
4. Pengujian hipotesis yang merupakan pengumpulan fakta - fakta yang relevan dengan hipotesis, yang diajukan untuk memperlihatkan apakah terdapat fakta - fakta yang mendukung hipotesis tersebut atau tidak.
5. Penarikan kesimpulan yang merupakan penilaian apakah hipotesis yang diajukan itu ditolak atau diterima.

3.1.4 Pengujian Validitas Instrumen

Menurut sudijono (2009), validitas instrumen menunjukkan tingkat ketepatan suatu instrumen untuk mengukur apa yang harus diukur. Jadi validitas suatu

instrumen berhubungan dengan tingkat akurasi dari suatu alat ukur mengukur apa yang akan diukur. Validitas suatu instrumen dapat dikelompokkan menjadi:

1. Validitas teoritik, yaitu validitas yang didasarkan pada pertimbangan para ahli. Validitas teoritik terdiri dari:
 - a. Validitas isi / validitas kurikuler (*content validity*), yaitu ketepatan suatu instrumen ditinjau dari segi materi yang diujikan (untuk tes) atau ditinjau dari segi dimensi dan indikator yang ditanyakan (untuk angket).
 - b. Validitas muka / validitas bentuk soal (pertanyaan / pernyataan) (*face validity*), yaitu keabsahan susunan kalimat atau kata-kata dalam soal/pernyataan/pertanyaan sehingga jelas pengertiannya atau tidak menimbulkan tafsiran lain.

Dalam menguji validitas teoritik suatu instrumen, sebaiknya melibatkan paling sedikit 3 orang ahli di bidangnya.

2. Validitas kriterium, yaitu validitas yang ditinjau berdasarkan hubungannya dengan kategori tertentu. Tinggi - rendahnya koefisien validitas tes atau angket ditentukan berdasarkan hasil perhitungan koefisien korelasi. Validitas kriterium terdiri dari:
 - a. Validitas banding (validitas bersama atau validitas yang ada sekarang), yaitu validitas tes yang diperoleh dengan cara menghitung koefisien korelasi *antara nilai-nilai hasil tes yang akan diuji validitasnya dengan nilai-nilai hasil tes terstandar*.
 - b. Validitas ramal, yaitu validitas yang berkenaan dengan kemampuan suatu tes untuk dapat meramalkan keadaan yang akan datang berdasarkan kondisi yang ada sekarang. Suatu tes seleksi masuk siswa baru haruslah memiliki tingkat validitas ramal yang tinggi.

Untuk menentukan tingkat validitas kriterium suatu tes dilakukan dengan menghitung koefisien korelasi antara nilai-nilai hasil tes yang akan diuji validitasnya dengan nilai-nilai hasil tes yang telah ada dan sudah diketahui atau diasumsikan memiliki validitas tes yang memadai.

Pengujian validitas instrumen untuk melakukan menguji tingkat akurasi dari data yang digunakan sebagai objek penelitian yang diuji berdasarkan hasil menggunakan analisis kuantitatif. Pengujian validitas dilakukan dengan banding tes objek citra bitmap. Menurut Arikunto (2003), langkah - langkah untuk melakukan pengujian validitas banding tes sebagai berikut,

1. Hitung koefisien korelasi antara skor hasil tes yang akan diuji validitasnya dengan hasil tes yang terstandar yang dimiliki oleh orang yang sama dengan menggunakan rumus korelasi produk momen menggunakan angka kasar (korelasi produk momen *Pearson*), yaitu :

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right)}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana,

r_{xy} adalah koefisien korelasi antara variable X dan variable Y

x_i adalah nilai data ke-i untuk kelompok variable X

y_i adalah nilai data ke-i untuk kelompok variable Y

n adalah banyak data

2. Hitung koefisien validitas instrumen yang diuji (r-hitung), yaing nilainya sama dengan korelasi korelasi hasil langkah - 1 x koefisien validitas instrumen terstandar.

3. Bandingkan nilai koefisien validitas hasil langkah - 2 dengan nilai koefisien korelasi *Pearson* / tabel *Pearson* (r-tabel) pada taraf signifikansi α (biasanya dipilih 0,05) dan n = banyaknya data yang sesuai.

Untuk menentukan kriteria dari data yang digunakan pada pengujian diklasifikasikan seperti berikut,

Instrumen valid, jika r-hitung \geq r-tabel

Instrumen tidak valid, jika r-hitung $<$ r-tabel

4. Tentukan kategori dari validitas instrumen yang mengacu pada pengklasifikasian validitas adalah sebagai berikut:

0,80 < rxy 1,00 validitas sangat tinggi (sangat baik)

0,60 < rxy \leq 0,80 validitas tinggi (baik)

$0,40 < r_{xy} \leq 0,60$ validitas sedang (cukup)
 $0,20 < r_{xy} \leq 0,40$ validitas rendah (kurang)
 $0,00 < r_{xy} \leq 0,20$ validitas sangat rendah (jelek)
 $r_{xy} \leq 0,00$ tidak valid.

3.2 Citra digital

Citra adalah representasi dari sebuah objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat analog, berupa sinyal-sinyal video, seperti gambar pada monitor televisi atau yang bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik.

Menurut presisi yang digunakan untuk menyatakan titik - titik koordinat pada domain spasial (bidang), untuk menyatakan nilai keabuan atau warna dari suatu citra, secara teoritis citra dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu: citra kontinu-kontinu, kontinu - diskrit, diskrit - kontinu, dan diskrit - diskrit. Dimana label pertama menyatakan presisi dari titik-titik koordinat pada bidang citra, sedangkan label kedua menyatakan presisi nilai keabuan atau warna. Kontinu dinyatakan dengan presisi angka tak terhingga, sedangkan diskrit dinyatakan dengan presisi angka terhingga. Komputer digital bekerja dengan angka-angka presisi terhingga. Dengan demikian, hanya citra dari kelas diskrit yang dapat diolah oleh komputer. Citra dari kelas tersebut lebih dikenal dengan citra digital.

Dalam dunia komputasi, terdapat dua macam citra yang masing - masing memiliki karakteristik yang berbeda - beda. Kedua citra tersebut adalah citra bitmap dan citra berbasis vektor. Citra bitmap berisi kumpulan blok - blok yang berisi warna sebagai representasi dari suatu objek. Sedangkan citra berbasis vektor berisi kumpulan titik - titik yang akan digunakan sebagai pembentuk suatu objek ketika citra tersebut akan ditampilkan.

3.3 Kanal Pada Citra Bitmap

Seiring perkembangan dunia komputasi, berbagai macam citra bitmap telah tercipta. Perkembangan dimulai dari citra bitmap yang hanya terdiri dari dua macam warna hingga citra bitmap yang dapat mendukung warna-warna yang

bersifat transparan (tembus pandang). Berikut adalah macam-macam citra bitmap berdasarkan jenis kanalnya.

1. Kanal 1 bit (kanal hitam putih)

Citra bitmap ini merupakan citra dengan kanal terkecil dari kanal citra bitmap lainnya. Isi dari kanal pada citra tersebut adalah isi informasi terkecil yang mungkin yang dapat diadakan untuk setiap piksel. Bitmap yang dihasilkan disebut sebagai monokrom atau hitam dan putih. Para piksel dengan nilai warna 0 disebut sebagai hitam, sedangkan piksel dengan nilai 1 yang disebut sebagai putih. Perhatikan bahwa sementara hanya dua nilai tersebut yang mungkin piksel-piksel tersebut bisa diinterpretasikan sebagai dua warna yang berbeda, 0 dipetakan ke satu warna (hitam), 1 dipetakan ke warna lain (yaitu putih).

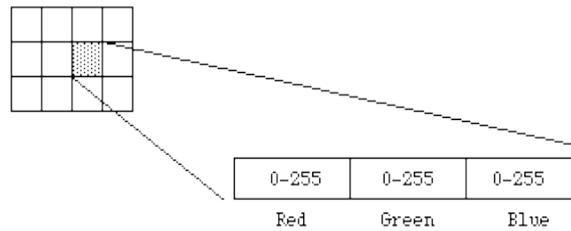
2. Kanal 8 bit (kanal abu - abu)

Dalam hal ini setiap piksel membutuhkan 1 *byte* (setara dengan 8 bit) penyimpanan menghasilkan 256 status yang berbeda. Jika status-status yang dipetakan ke dalam kanal warna abu - abu dari hitam menjadi putih, citra bitmap itu disebut sebagai grayscale. Dengan konvensi 0 biasanya hitam dan putih 255. Tingkat abu - abu adalah nomor di antara, misalnya, dalam 127 skala linear akan menjadi tingkat abu - abu 50%.

Dalam setiap aplikasi tertentu rentang nilai abu - abu bisa apa saja, itu adalah yang paling umum untuk memetakan tingkat 0-255 ke skala 0-1 tetapi beberapa program akan peta itu ke skala 0-65535.

3. Kanal 24 bit RGB

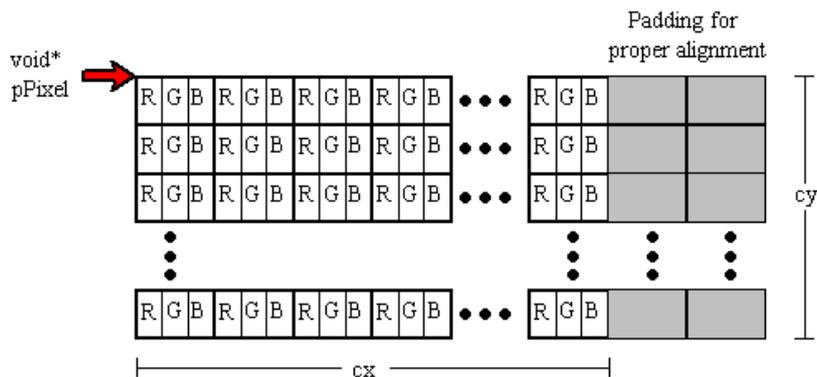
Ini adalah langkah berikutnya dari 8 bit abu - abu, sekarang ada 8 bit yang dialokasikan untuk masing - masing kanal, yaitu merah, hijau, dan biru. Dalam setiap komponen nilai 0 mengacu pada ada tidaknya kontribusi dari warna - warna itu, sedangkan nilai 255 mengacu pada kontribusi sepenuhnya terhadap suatu kanal warna. Karena masing - masing komponen memiliki 256 status yang berbeda, ada total dari 16777216 kemungkinan warna. Ilustrasinya digambarkan pada gambar 3.1 berikut,



Gambar 3.1 Kanal 24 bit RGB (Bourke, 1993)

3.4 Format file bitmap 24 bit

Pada model warna *RGB* setiap titik pada layar monitor berisi angka yang menunjukkan intensitas yang dipilih pada suatu tabel warna *RGB*. Jadi pada setiap titik dapat dipilih salah satu warna dari *RGB*. Gambar 3.2 menunjukkan tabel warna *RGB* pada *bitmap* 24 bit per-piksel.



Gambar 3.2 Tabel warna *RGB* bitmap 24 bit/piksel (Rogerson, 1995)

Warna dari tabel *RGB* memiliki 3 buah warna kombinasi warna yaitu *Red*, *Green*, *Blue* yang menentukan proporsi warna merah, hijau, biru dari warna tersebut. Warna di tabel yang dapat dipilih untuk mengisi warna pada sebuah piksel adalah $256 \times 256 \times 256 = 16,7$ juta warna. Secara umum, file bitmap 24 bit mempunyai kedalaman warna sebanyak 24 bit per piksel.

3.5 Header dan Struktur File Bitmap

Header citra bitmap adalah data yang terdapat pada bagian awal berkas citra. Data *header* berfungsi untuk mengetahui bagaimana citra dalam format

bitmap dikodekan dan disimpan. *Header* bitmap berisi informasi tentang jenis, ukuran, dan tata letak perangkat file bitmap. *Header* didefinisikan sebagai struktur *Bitmapfileheader*. Mengacu pada Tabel 3.1 adalah informasi *header* pada file bitmap.

Informasi *header* bitmap didefinisikan sebagai struktur *Bitmapinfoheader*, menentukan dimensi, tipe kompresi, dan format warna bitmap. Mengacu pada struktur *Bitmapinfoheader*, Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 memberikan informasi struktur *header* pada file bitmap.

**Tabel 3.1 Informasi *header* bitmap
(Meyyappan dkk., 2011)**

Alamat	Ukuran (<i>byte</i>)	Nama	Nilai Standar	Keterangan
1	2	bfType	19778	ASCII='BM'
3	4	bfSize	??	Ukuran <i>file</i> bmp (<i>bytes</i>)
7	2	bfReaseved1	0	Tidak digunakan
9	2	bfReserved2	0	Tidak digunakan
11	4	bfOffBits	1078	Posisi <i>Byte</i> dimana gambar berada

**Tabel 3.2 Struktur *header* bitmap
(Meyyappan dkk., 2011)**

Alamat	Ukuran (<i>byte</i>)	Nama	Nilai Standar	Keterangan
15	4	biSize	40	Ukuran dari info dalam <i>byte</i>
19	4	biwidth	100	Lebar gambar dalam piksel
23	4	biHeight	100	Tinggi gambar dalam piksel
27	2	biPlanes	1	Jumlah bidang gambar
29	2	biBitcount	8	Jumlah bit per piksel
31	4	biCompression	0	Jenis kompresi
35	4	bisizeImage	0	Ukuran data gambar
39	4	biXPelsPerMeter	0	Resolusi horizontal piksel meter
43	4	biYPelsPerMeter	0	Resolusi vertikal piksel meter
47	4	biClrUsed	0	Jumlah warna yang digunakan
51	4	biClrImportant	0	Jumlah warna

Offset didefinisikan *byte* ke (yang dimulai dari angka 0), sedangkan *size* merupakan ukuran dari panjang *byte*. Dimana dengan *byte* ke – 0 ukuran panjang

2 *byte* dispesifikasikan dengan nama tipe file yang diindikasikan berupa kode ASCII “BM”. Pada *byte* ke - 2 dengan ukuran panjang 4 *byte*, nama spesifikasinya *bitmap file size* yang berupa ukuran dari file dalam bentuk *bytes*. Untuk *byte* ke - 6 dan 8 yang ukurannya 2 *byte* berupa *field* cadangan di set 0. Pada *byte* ke - 10 ukurannya 4 *byte* yang merupakan spesifikasi dari struktur *bitmap file header* ke bit *bitmap*, dimana file gambar dimulai pada tahap ini. *Byte* ke - 14, panjangnya 4 *byte* dengan spesifikasi nama *bitmap size* yang mempunyai ukuran *header* 40 *bytes*. *Byte* ke - 18 dengan panjang 4 *bytes* merupakan lebar gambar dalam satuan piksel, serta *byte* ke 22 dengan panjang 4 *bytes* merupakan tinggi gambar dalam satuan piksel. Untuk *byte* ke - 26 dengan panjang 2 *bytes* merupakan *bitmap planes* dengan sejumlah *planes* (umumnya 1). Pada *byte* ke - 28 dengan panjang 2 *byte* merupakan jumlah bit per piksel : 1, 4, 8, atau 24. Dan untuk *byte* ke - 30 dengan panjang 4 *byte* yang merupakan tipe kompresi.

Pada 1 - 14 *bytes* pertama disebut File *header* yang merupakan tempat penyimpanan informasi umum tentang file gambar *bitmap*. Untuk 15 - 54 *bytes* berikutnya disebut *info header*, dimana pada blok ini berisi tentang informasi secara detail tentang gambar *bitmapheader*. Pada 55 *byte* seterusnya berupa data / piksel dan *padding* yang merupakan isi dari gambar *bitmap*.

3.6 Matriks Bitmap

Citra *bitmap* adalah susunan bit - bit warna untuk tiap piksel yang membentuk pola tertentu. Pola - pola warna ini menyajikan informasi yang dapat dipahami sesuai dengan persepsi indera penglihatan manusia. Format file ini merupakan format grafis yang fleksibel untuk *platform Windows* sehingga dapat dibaca oleh program grafis manapun. Format ini mampu menyimpan informasi dengan kualitas tingkat 1 bit sampai 24 bit. Citra *bitmap* didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ dengan x dan y adalah koordinat bidang. Besaran f untuk tiap koordinat (x,y) disebut intensitas atau derajat keabuan citra pada titik tersebut. Pada gambar 3.3 menunjukkan citra *bitmap* beserta nilai matriksnya.



**Gambar 3.3 Nilai matriks bitmap
(Sutoyo, 2009)**

Warna dari tabel *RGB* memiliki 3 buah warna kombinasi warna yaitu *Red, Green, Blue* yang menentukan proporsi warna merah, hijau, biru dari warna tersebut. Warna di tabel yang dapat dipilih untuk mengisi warna pada sebuah piksel adalah $256 \times 256 \times 256 = 16,7$ juta warna. Secara umum, file bitmap 24 bit mempunyai kedalaman warna sebanyak 24 bit per piksel.

3.7 Piksel

Piksel (Picture Elements) adalah nilai tiap - tiap entri matriks pada bitmap. Rentang nilai - nilai piksel ini dipengaruhi oleh banyaknya warna yang dapat ditampilkan. Jika suatu bitmap dapat menampilkan 256 warna berarti nilai - nilai pikselnya dibatasi dari 0 hingga 255. Suatu bitmap dianggap mempunyai ketepatan yang tinggi jika dapat menampilkan lebih banyak warna. Prinsip ini dapat dilihat dari contoh gambar 3.4 yang memberikan contoh dua buah bitmap dapat memiliki perbedaan dalam menangani transisi warna putih ke warna hitam.



**Gambar 3.4 Perbedaan ketepatan warna bitmap
(Sutoyo, 2009)**

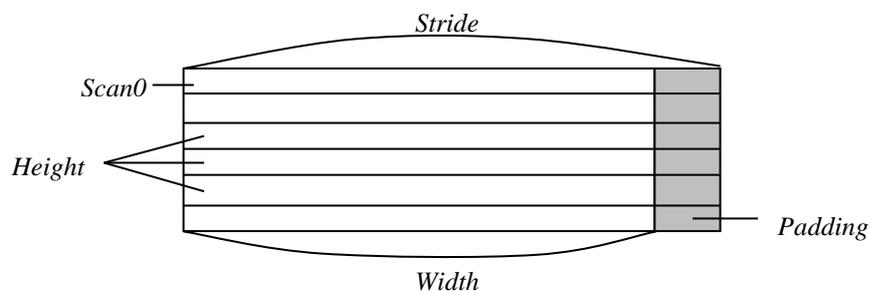
Perbedaan ketepatan warna bitmap pada Gambar 3.4 menjelaskan bahwa bitmap sebelah atas memberikan nilai untuk warna lebih sedikit daripada bitmap di bawahnya. Untuk bitmap dengan pola yang lebih kompleks dan dimensi yang lebih besar, perbedaan keakuratan dalam memberikan nilai warna akan terlihat lebih jelas. Sebuah citra adalah kumpulan piksel - piksel yang disusun dalam larik dua dimensi. Indeks baris dan kolom (x,y) dari sebuah piksel dinyatakan dalam bilangan bulat. Piksel (0,0) terletak pada sudut kiri atas pada citra, indeks x bergerak ke kanan dan indeks y bergerak ke bawah.

3.8 Metode *lockbits* / *unlockbits* untuk akses data citra

Powell, (2003) mengatakan *Unlockbit* merupakan *class* bitmap yang berfungsi untuk mengganti bagian data piksel *Array* bitmap dalam memori. Mengaksesnya secara langsung dan mengganti bit pada bitmap dengan data yang dimodifikasi, sementara *lockbit* adalah *class BitmapData* yang menggambarkan tata letak posisi data dalam *Array* yang terkunci. *Class BitmapData* berisi *properties* berikut,

- a. *Scan0* adalah alamat tetap dalam memori dari data *Array*.
- b. *Stride* adalah *width* dalam satuan *byte* dari satu baris data piksel.
- c. *PixelFormat* adalah Format piksel sebenarnya dari data. Hal ini penting untuk menemukan *byte* yang tepat.
- d. *Width* adalah lebar gambar terkunci.
- e. *Height* adalah ketinggian gambar terkunci.

Gambar 3.5 menunjukkan hubungan *Scan0* dan *stride* ke *Array* dalam memori.



Gambar 3.5 Hubungan *scan0* dan *stride* ke *array* dalam memori (Powell, 2003)

Sistem operasi mengatur alokasi ukuran *Byte* setiap satu baris *width* citra bitmap 24 bit, *Byte* data yang dimasukkan ke *width* dimulai dari alamat pertama data piksel citra, alamat pertama tersebut ditunjukkan oleh *Scan0*. Penyimpanan *Byte* citra pada memori dilakukan dengan cara kelipatan 4 *Byte* sampai ke *stride* untuk ukuran *width* citra $\text{modulo } 4 = 0$. Untuk ukuran *width* citra $\text{modulo } 4 \neq 0$ pada memori akan menghasilkan *padding*. *Padding* adalah *Byte* kosong pada perangkat penyimpanan yang tidak digunakan seluruhnya untuk menyimpan *Byte* citra. *Byte* citra disimpan dalam *Array* pada memori.

Pada format gambar bitmap, gambar disimpan di *Windows* tidak dalam bentuk *array* 2 dimensi namun dalam bentuk berurutan (*sequential*). Piksel - piksel disusun mulai dari piksel - piksel pada baris pertama dan dilanjutkan dengan piksel - piksel pada baris selanjutnya. Untuk efisiensi pada format bitmap, gambar diolah oleh *Windows* agar merupakan kelipatan dari 4. Cara pengolahan ini berupa penambahan bit (*padding*) pada setiap perpindahan baris. Pada format 24 bit bitmap, setiap piksel menempati 3 *byte* (24 bit) memori, dimana 1 *byte* (8 bit) pertama digunakan untuk menampung warna biru, *byte* kedua untuk warna hijau dan *byte* ketiga untuk warna merah.

3.9 Metode Pengujian

Penelitian ini menganalisis berdasarkan teori untuk menghasilkan formula matematis, hasil dari analisis ini kemudian diuji menggunakan data sampel yang diperoleh dari data sekunder. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil formula matematis dengan hasil pengukuran sistem komputer kemudian dilakukan pengamatan terhadap hasil pengujian. Hasil pengamatan dianalisis untuk menghasilkan peta alokasi memori. Berikutnya dilakukan pengujian validasi instrumen penelitian secara analisis kuantitatif menggunakan metode banding tes. Adapun variabel pengujian adalah *height* dan *width* citra bitmap.

Menurut Dutton (2007), secara teori menghitung ukuran citra bitmap 24 bit yang memenuhi kondisi hasil perkalian *width* dikali *byte* per piksel $\text{modulo } 4 =$

0, dapat menggunakan persamaan 3.2 untuk menentukan alokasi memori, seperti berikut,

$$\text{ukuran file} = \text{header bitmap} + ((\text{width} * \text{height}) * \text{number of byte for each pixel}) \dots \dots (3.2)$$

Sedangkan citra bitmap hasil perkalian *width* dikali *byte* per piksel *modulo* 4 \neq 0, menggunakan hasil analisis formula matematis yang akan dijabarkan pada bab berikutnya.