

APLIKASI PERHITUNGAN PEMBIASAN DC PADA TRANSISTOR DWI KUTUB NPN DENGAN VISUAL BASIC 6.0

VISUAL BASIC 6.0 APPLICATION FOR DC BIAS CALCULATION ON NPN-TYPE BIPOLAR JUNCTION TRANSISTOR

¹⁾Arief Hendra Saptadi, ²⁾Eka Wahyudi, ³⁾Chandra AP Simorangkir
^{1,2,3)}Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Purwokerto

7) ABSTRAKSI

Transistor dwi kutub (*Bipolar Junction Transistor*) adalah salah satu komponen semikonduktor yang sering digunakan dalam rangkaian penguat (*amplifier*). Untuk menjaga agar komponen ini dapat bekerja di dalam titik operasinya (*operating point*), maka diperlukan rangkaian pembiasan dengan pengaturan tertentu, yaitu Bias Basis, Bias Bagi Tegangan, Bias Kolektor dan Bias Emitter. Perancangan rangkaian tersebut lazimnya menggunakan perhitungan manual sesuai teori dengan bantuan alat hitung (kalkulator). Proses perancangan ini membutuhkan waktu yang relatif lama dan sangat rentan terjadi kesalahan prosedur perhitungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang perangkat lunak perhitungan rangkaian pembiasan transistor dwi kutub dengan Visual Basic 6. Proses perancangan meliputi pembuatan *form*, pembuatan basis data (*database*), penulisan kode sumber (*coding*), desain laporan (*report*) dan kompilasi. Dari hasil uji coba diketahui bahwa tingkat kesalahan (*error*) untuk perhitungan seluruh parameter dari 4 jenis rangkaian pembiasan adalah 1,18%, sehingga disimpulkan layak digunakan. Hasil perhitungan juga dapat disajikan secara visual dalam rangkaian. Ditinjau dari sifat perangkat lunak ini sebagai aplikasi komputer, maka terdapat kelemahan dari sisi kepraktisan penggunaan, meski proses perhitungan dapat dilakukan relatif cepat. Selain itu, aplikasi ini masih memerlukan perbaikan dalam menu bantuan (*help menu*), penggunaan satuan dan faktor pengali.

Kata kunci: Transistor, Rangkaian Pembiasan, Titik Operasi, dan Visual Basic 6

8) ABSTRACT

Bipolar Junction Transistor is one of semiconductor components which is frequently used in amplifiers. To maintain this component in its operating point, it required biasing circuits with certain configurations, i.e. Fixed Bias, Voltage Divider Bias, Collector Bias and Emitter Bias. The design of the circuit usually utilized manual calculation based on theoretical approach, assisted with calculation instrument (i.e. handheld calculator). The design process was time-consuming and was prone to errors in calculation procedures.

The purpose of this research is to design Visual Basic 6 application for DC bias calculation on Bipolar Junction Transistors. The software design consisted of form design, database creation, coding, report design, compilation, testing and debugging. From the test results, it could be concluded that the average error on all parameters of four biasing circuits was 1,18%; hence it was classified as feasible to use. The results of calculation could also be printed and displayed visually in the form of biasing circuits. Judging from the nature of this software as computer applications, there are weaknesses in terms of practicality of use, although the process of calculation could be done relatively quickly. In addition, this application still required improvements in the help menu, unit usage and multiplier factor.

Keywords: Transistor, Biasing Circuits, Operating Points and Visual Basic 6

2. 1. PENDAHULUAN

Transistor merupakan kependekan dari “Current-**T**ransferring **R**esistor”. Komponen ini pertama kali ditemukan oleh William Shockley, John Bardeen dan Walter Brattain ketika sedang bekerja dalam Laboratorium Telepon Bell pada tahun 1947.

Transistor pada umumnya digunakan pada rangkaian penguat (*amplifier*) dan menjadi blok dasar dari *integrated circuits* (IC). Pada saat ini transistor menjadi komponen inti di dalam *microprocessor* yang digunakan pada komputer pribadi (*personal computer* atau PC) dan berbagai perangkat komputasi lainnya.

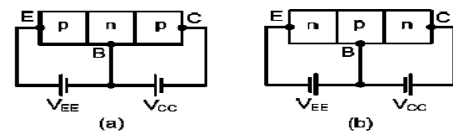
Untuk dapat menghasilkan tegangan dan arus keluaran tertentu yang terjaga dengan baik, transistor perlu menggunakan sumber tegangan searah (*direct current* atau DC) yang kemudian dirangkai dengan tatanan rangkaian resistor tertentu, yang lazimnya disebut rangkaian pembiasan DC (*DC biasing circuit*). Komponen-komponen dalam rangkaian tersebut pada umumnya dihitung secara manual sesuai teori, namun berbagai tahapan perhitungan yang harus ditempuh memungkinkan terjadinya kesalahan.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu membuat perangkat lunak untuk mempermudah perhitungan parameter-parameter dalam rangkaian pembiasan Transistor, yang dibangun dengan Visual Basic 6.

1.1. Karakteristik Transistor Dwi Kutub

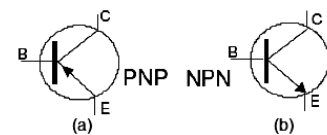
Transistor Dwi Kutub (*Bipolar Junction Transistor*) merupakan komponen semikonduktor tipe p dan n dengan struktur sebagaimana dua dioda yang disatukan dan

memiliki jumlah kaki/pin sebanyak tiga, yaitu Emitter (E), Basis (B) dan Kolektor (C).



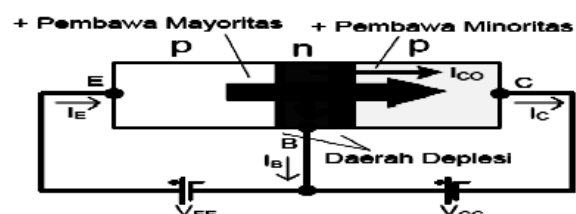
Gambar 1. Konstruksi Transistor (a) PNP (b) NPN

Terdapat dua jenis transistor yaitu NPN dan PNP dengan berbagai macam bentuk kemasan, antara lain selubung logam, keramik atau polyester.



Gambar 2. Transistor (a) Simbol PNP (b) Simbol NPN (c) Bentuk Fisik

Pada jenis PNP, transistor beroperasi dengan diberikan bias pada bagian *emitter-base* dan *collector-base*. Bias maju pada terminal V_{EE} menyebabkan sebagian besar arus pembawa mayoritas dari semikonduktor tipe P (yaitu *hole*), bergerak melewati daerah percabangan, masuk ke kolektor. Hanya sebagian kecil mengalir ke basis. Bias mundur pada terminal V_{CC} menyebabkan sebagian kecil arus pembawa mayoritas dari semikonduktor tipe N (yaitu elektron) masuk ke percabangan kolektor dan basis.



Gambar 3. Operasi Transistor PNP

Dengan memandang transistor sebagai sebuah titik, maka sesuai hukum arus Kirchoff:

$$I_E = I_B + I_C \quad (1)$$

Perbandingan antara arus kolektor (I_C) dan arus emitter (I_E) disebut alpha DC (α_{DC}):

$$\alpha_{DC} = \frac{I_C}{I_E} \quad (2)$$

Besar penguatan arus antara bagian kolektor terhadap basis disebut beta DC (β_{DC}) atau h_{FE} :

$$\beta_{DC} = h_{FE} = \frac{I_C}{I_B} \quad (3)$$

Dengan mensubstitusikan (3) ke (1) maka diperoleh arus emitter:

$$I_E = (\beta_{DC} + 1) \cdot I_B \quad (4)$$

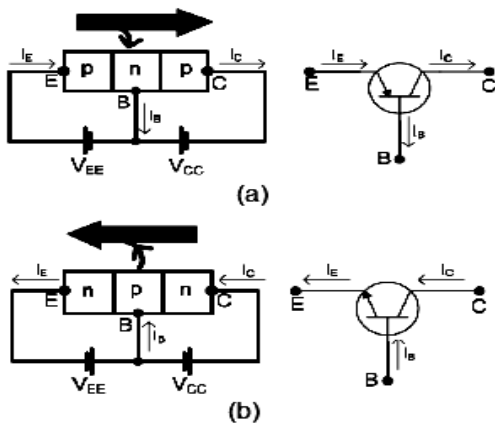
1.2. Konfigurasi Transistor NPN

Transistor dapat beroperasi melalui tiga macam konfigurasi yaitu:

a. Common Base (CB)

Pada konfigurasi ini, kaki basis terhubung dengan *ground* dan berada diantara emitter dan kolektor. Percabangan *emitter-base* membentuk bagian input. Percabangan *base-kolektor* membentuk bagian output.

Konfigurasi ini sering digunakan sebagai penyangga arus (*current buffer*) atau penguat tegangan (*voltage amplifier*), khususnya pada rangkaian penguat berfrekuensi tinggi.

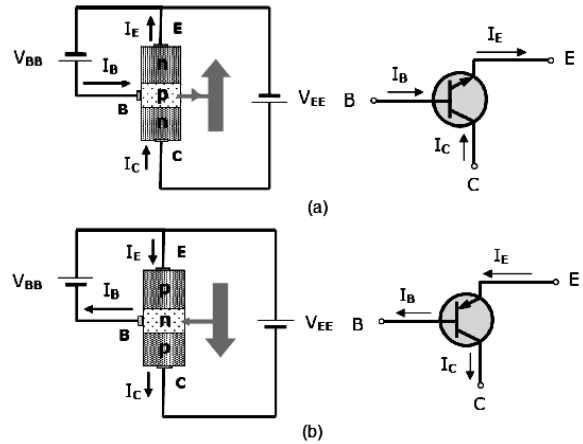


Gambar 4. Common Base (a) PNP (b) NPN

b. Common Collector (CC)

Pada konfigurasi ini, kaki kolektor terhubung dengan *ground* dan berada diantara basis dan emitter. Percabangan *base-collector* membentuk bagian input. Percabangan *collector-emitter* membentuk bagian output.

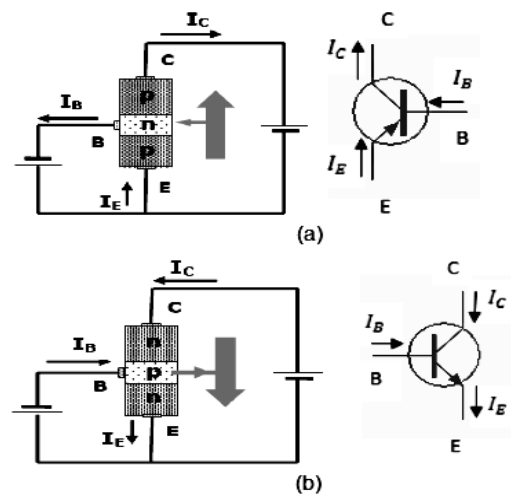
Konfigurasi ini sering digunakan sebagai penguat tegangan (*voltage amplifier*).



Gambar 5. Common Collector (a) NPN (b) PNP

c. Common Emitter (CE)

Pada konfigurasi ini, kaki emitter terhubung dengan *ground* dan berada diantara basis dan kolektor.



Gambar 6. Common Emitter (a) PNP (b) NPN

Percabangan *base-emitter* membentuk bagian input. Percabangan *emitter-collector* membentuk bagian output.

Konfigurasi ini sering digunakan sebagai penguat tegangan (*voltage amplifier*) dengan penguatan (*gain*) yang tinggi.

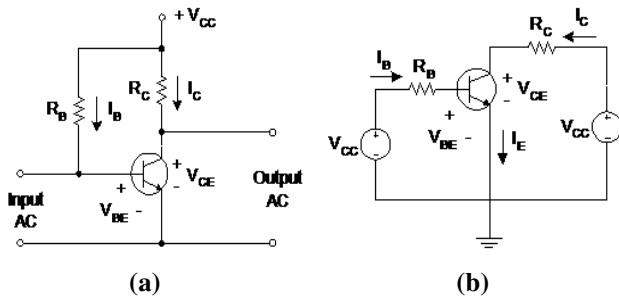
1.3. Rangkaian Pembiasan

Rangkaian pembiasan (*biasing circuit*) adalah rangkaian elektronika yang terdiri dari sumber tegangan searah (DC) dan susunan resistor tertentu dengan tujuan mengatur transistor pada suatu titik operasi (*operating point*).

Terdapat empat jenis rangkaian pembiasan:

a. Bias Basis

Rangkaian pembiasan ini terdiri dari tegangan DC yang terhubung ke kaki basis dan kolektor dari transistor (V_{CC}), resistor basis (R_B) dan resistor kolektor (R_C).



Gambar 7. Bias Basis (a) Rangkaian Dasar (b) Rangkaian Ekuivalen

Berdasarkan rangkaian ekuivalen di atas, dengan menggunakan hukum Kirchoff arus dan tegangan, maka nilai-nilai Q (*Quiescent*) pada titik operasi dapat dihitung:

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \quad (5)$$

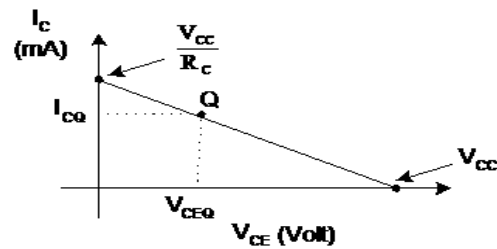
$$I_{CQ} = I_{BQ} \cdot \beta_{DC} \quad (6)$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot R_C \quad (7)$$

Diagram garis beban dibuat dengan menentukan titik potong persamaan (7) terhadap sumbu vertikal dan horizontal.

$$I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = V_{CC} \quad (8)$$

$$V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \quad (9)$$



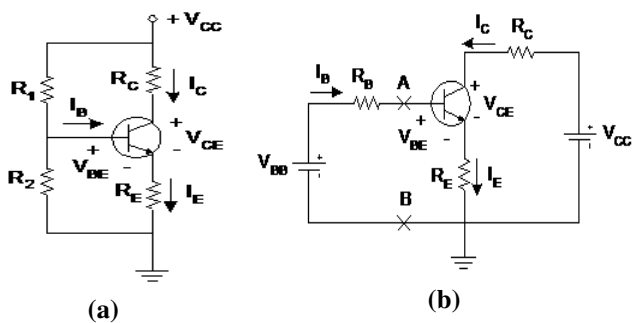
Gambar 8. Garis Beban DC Bias Tetap

b. Bias Bagi Tegangan

Rangkaian ini terdiri dari sumber tegangan V_{CC} terhubung kaki kolektor dan basis, resistor kolektor (R_C) dan resistor emitter (R_E). Pada basis, tegangan tersebut terbagi oleh R_1 dan R_2 menjadi V_{BB} . Kombinasi paralel antara R_1 dan R_2 menjadi resistor basis (R_B):

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (10)$$

$$V_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \quad (11)$$



Gambar 9. Bias Bagi Tegangan (a) Rangkaian Dasar (b) Rangkaian Ekuivalen

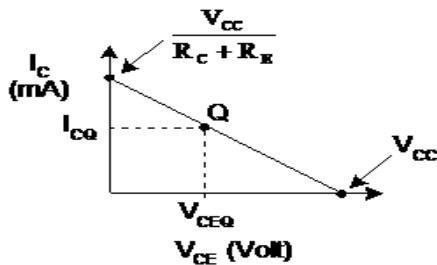
Berdasarkan gambar 9b, pada titik operasi dapat dihitung:

$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + (\beta_{DC} + 1) \cdot R_E} \quad (12)$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot (R_C + R_E) \quad (13)$$

dengan I_{CQ} seperti pada persamaan (6).

Diagram garis beban dibuat dengan menentukan titik potong persamaan (13) terhadap sumbu vertikal dan horizontal.



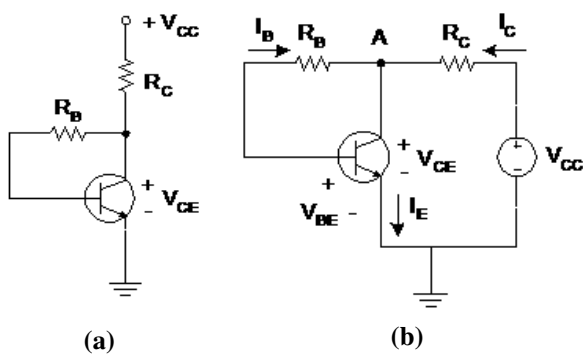
Gambar 10. Garis Beban DC Bias Bagi Tegangan

$$V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \quad (14)$$

dengan kondisi $I_C = 0$ seperti persamaan (8).

c. Bias Kolektor

Rangkaian pembiasan ini sangat mirip dengan bias basis, perbedaannya hanya terletak pada bagian resistor basis transistor yang diumpan balik ke kolektor tanpa melewati V_{CC} .



Gambar 11. Bias Kolektor (a) Rangkaian Dasar (b) Rangkaian Ekuivalen

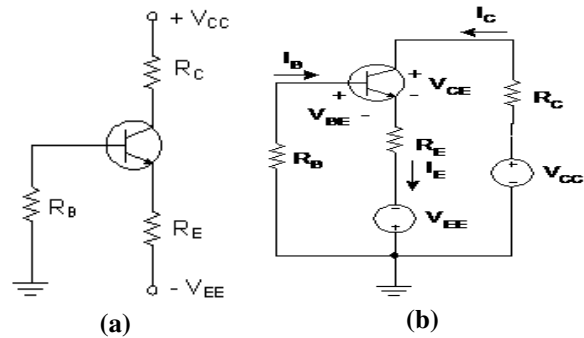
Berdasarkan gambar 11b, maka nilai-nilai Q (*Quiescent*) pada titik operasi dapat dihitung:

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta_{DC} + 1) \cdot R_C} \quad (15)$$

dengan I_{CQ} dan V_{CEQ} seperti pada persamaan (6) dan (7). Diagram garis beban untuk rangkaian pembiasan ini adalah serupa dengan bias basis.

d. Bias Emitter

Rangkaian bias emitter menggunakan dua sumber tegangan yang masing-masing terhubung dengan bagian kolektor dan emitter transistor.



Gambar 12. Bias Emitter (a) Rangkaian Dasar (b) Rangkaian Ekuivalen

Seperti bias bagi tegangan, rangkaian ini juga menggunakan resistor basis (R_B), resistor kolektor (R_C) dan resistor emitter (R_E) sebagaimana pada gambar 12a.

Berdasarkan gambar 12b, maka nilai-nilai Q (*Quiescent*) pada titik operasi dapat dihitung:

$$I_{BQ} = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_B + (\beta_{DC} + 1) \cdot R_E} \quad (16)$$

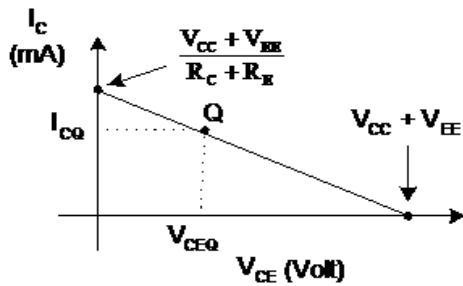
$$V_{CEQ} = V_{CC} + V_{EE} - I_{CQ} \cdot (R_C + R_E) \quad (17)$$

dengan I_{CQ} seperti pada persamaan (6).

Diagram garis beban dibuat dengan menentukan titik potong persamaan (17) terhadap sumbu vertikal dan horizontal.

$$I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = V_{CC} + V_{EE} \quad (18)$$

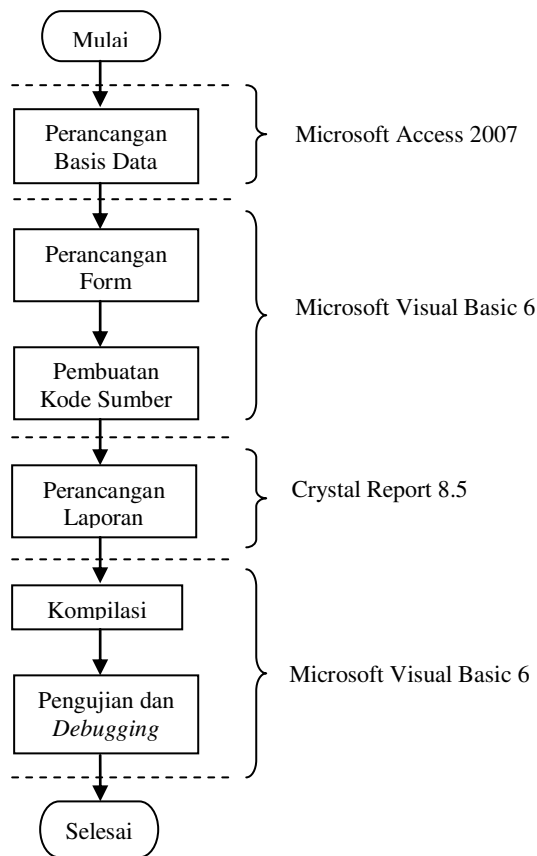
$$V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC} + V_{EE}}{R_C + R_E} \quad (19)$$



Gambar 13. Garis Beban DC Bias Emitter

2. METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan perangkat ini, jenis metode penelitian yang digunakan adalah rekayasa perangkat lunak.



Gambar 14. Tahap Perancangan Perangkat Lunak

Metode ini bertujuan untuk membangun dan mengembangkan perangkat lunak melalui tahapan analisa, perancangan, implementasi, pengujian dan pemeliharaan. Adapun tahapan

perancangannya seperti pada diagram alir dalam gambar 14.

2.1. Perancangan Basis Data

Basis data pada aplikasi ini difungsikan untuk menampung nilai-nilai sementara pada pembuatan laporan (*report*).

Basis data terdiri dari tabel sebanyak 4 buah yang berisi parameter-parameter yang terdapat dalam *form* aplikasi perhitungan. Pembuatan tabel dilakukan melalui Microsoft Access 2007.

Field Name	Data Type	Description
R1	Text	
R2	Text	
Vcc	Text	
Vbe	Text	
Rc	Text	
Re	Text	
Hfe	Text	
Rb	Text	
Vbb	Text	

Gambar 15. Perancangan Tabel pada Microsoft Access 2007

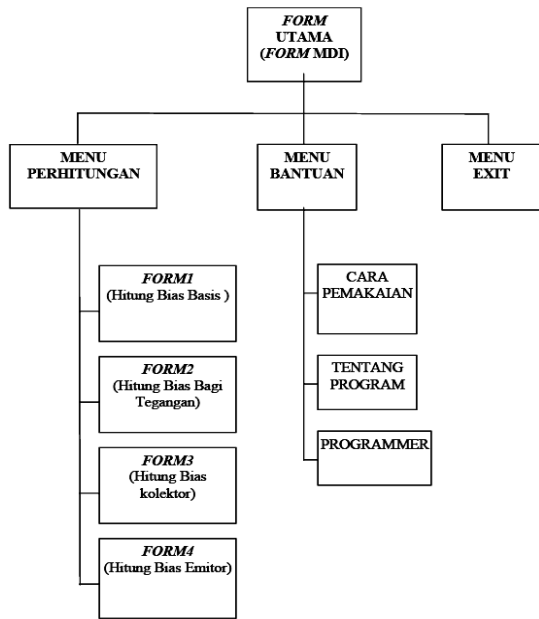
Field yang dipergunakan dalam tiap tabel adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Distribusi Field dalam 4 Tabel

No.	Field	Tabel			
		bias_basis	bias_bagi	bias_kolektor	bias_emitter
1.	RB	✓	✓	✓	✓
2.	R1		✓		
3.	R2		✓		
4.	RC		✓		✓
5.	RE		✓		✓
6.	VBE	✓	✓	✓	✓
7.	VBB		✓		
8.	VCC	✓	✓	✓	
9.	VEE				✓
10.	IBQ	✓	✓	✓	✓
11.	ICQ	✓	✓	✓	✓
12.	VCEQ	✓	✓	✓	✓
13.	IC_max	✓	✓	✓	✓
14.	VCE_max	✓	✓	✓	✓

2.2. Perancangan Form

Pembuatan menu dan form aplikasi dilakukan melalui antarmuka Visual Basic 6, dengan susunan sebagai berikut:



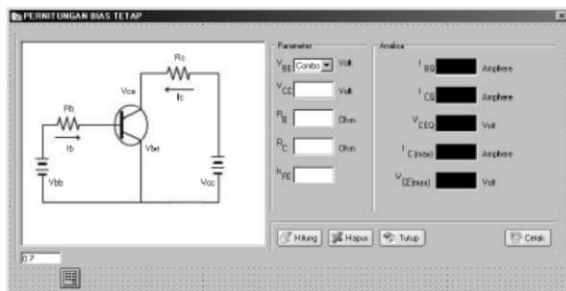
Gambar 16. Perancangan Menu dan Form Aplikasi

Menu utama aplikasi dibangun melalui fitur Menu Editor dengan tampilan seperti berikut:

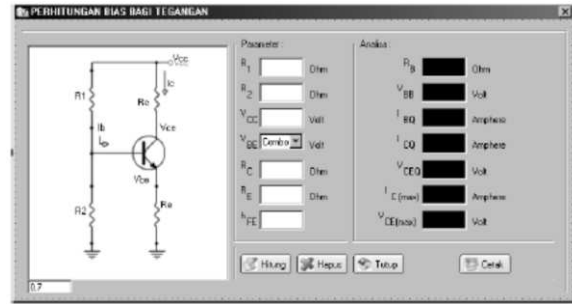


Gambar 17. Tampilan Menu Utama Aplikasi

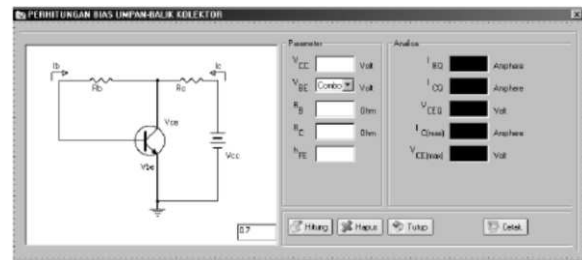
Form perhitungan tiap rangkaian pembiasan dibangun melalui fitur Form Design, dengan tampilan sebagai berikut:



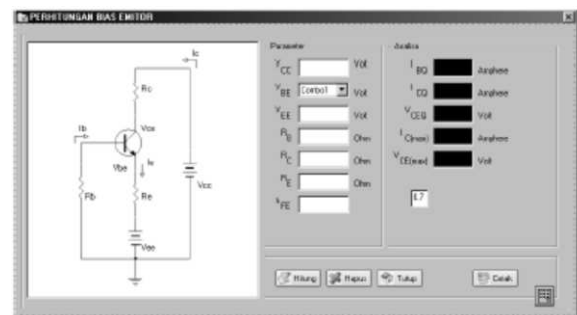
Gambar 18. Form Perhitungan Bias Basis



Gambar 19. Form Perhitungan Bias Bagi Tegangan



Gambar 20. Form Perhitungan Bias Kolektor



Gambar 21. Form Perhitungan Bias Emitter.

2.3. Pembuatan Kode Sumber (Coding)

Proses perhitungan rangkaian pembiasan dilakukan melalui kode program yang disematkan pada tombol Hitung dari form keempat rangkaian pembiasan.

Kode program untuk menghitung nilai-nilai titik operasi dan garis beban pada rangkaian:

a. Bias Basis

```
Dim IBQ
IBQ = Val((Text2.Text) -
Val(Text1.Text)) / Val(Text3.Text)
Dim ICQ
ICQ = Val(Text5.Text) * IBQ
Dim VCEQ
VCEQ = Val(Text2.Text) - (ICQ *
Val(Text4.Text))
Dim IC
```

```

IC = Val (Text2.Text) /
Val (Text4.Text)
Dim VCE
VCE = Val (Text2.Text)

```

b. Bias Bagi Tegangan

```

Dim RB
RB = (Val (Text11.Text) *
Val (Text12.Text)) /
(Val (Text11.Text) +
Val (Text12.Text))
Dim VBB
VBB = (Val (Text12.Text) *
Val (Text13.Text)) /
(Val (Text11.Text) +
Val (Text12.Text))
Dim IBQ
Dim x
x = (RB + ((Val (Text17) + 1)) *
Val (Text16))
IBQ = ((VBB - Val (Text14.Text)) / x)
Dim ICQ
ICQ = IBQ * Val (Text17)
Dim VCEQ
VCEQ = Val (Text13.Text) - (ICQ *
(Val (Text15.Text) +
Val (Text16.Text)))
Dim IC
IC = Val (Text13.Text) /
(Val (Text15.Text) +
Val (Text16.Text))
Dim VCE
VCE = Val (Text13.Text)

```

c. Bias Kolektor

```

Dim IBQ
IBQ = (Val (Text25.Text) -
Val (Text26.Text)) /
(Val (Text27.Text) +
((Val (Text29.Text) + 1) *
(Val (Text28.Text))))
Dim ICQ
ICQ = IBQ * Val (Text29.Text)
Dim VCEQ
VCEQ = Val (Text25.Text) - (ICQ *
Val (Text28.Text))
Dim IC
IC = Val (Text25.Text) /
Val (Text28.Text)
Dim VCE
VCE = Val (Text25.Text)

```

d. Bias Emitter

```

Dim IBQ
IBQ = (Val (Text37.Text) -
Val (Text36.Text)) /
(Val (Text38.Text)
+ ((Val (Text41.Text) + 1) *
Val (Text40.Text)))

```

```

Dim ICQ
ICQ = IBQ * Val (Text41.Text)
Dim VCEQ
VCEQ = (Val (Text35.Text) +
Val (Text37.Text))
- (ICQ * (Val (Text39.Text) +
Val (Text40.Text)))
Dim IC
IC = (Val (Text35.Text) +
Val (Text37.Text)) /
(Val (Text39.Text) +
Val (Text40.Text))
Dim VCE
VCE = Val (Text35.Text) +
Val (Text37.Text)

```

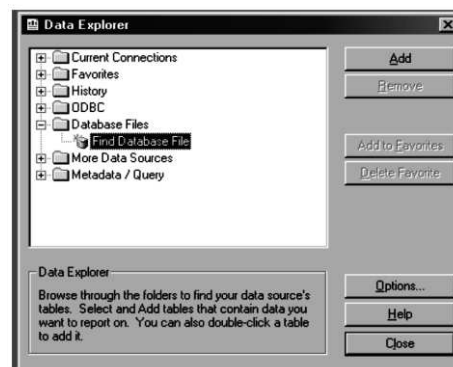
2.4. Perancangan Laporan (*Report*)

Laporan (*Report*) digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan dan memungkinkan proses pencetakannya.

Perancangan laporan menggunakan Crystal Report 8.5 yang meliputi tiga tahap:

a. Koneksi ke Basis Data

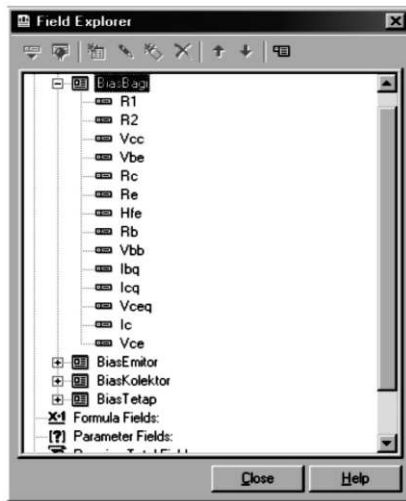
Basis data yang akan digunakan dalam laporan dipilih melalui *Data Explorer*. Basis data tersebut berasal dari Microsoft Access 2007 dan berisi empat tabel parameter rangkaian pembiasan.



Gambar 22. *Data Explorer*

b. Pemilihan *Field*

Field yang akan ditampilkan dalam laporan diambil dari tabel pada basis data, berupa *Field Objects* yang dimasukkan melalui *Fields Explorer*.



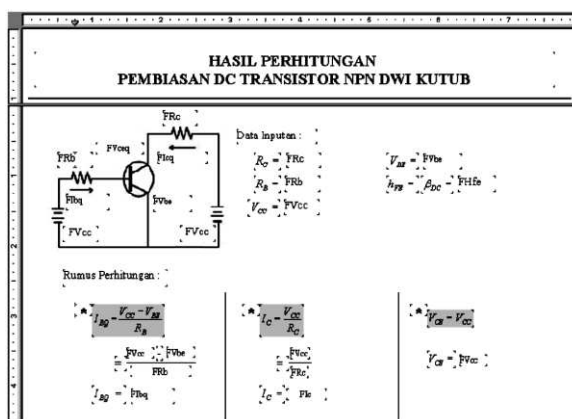
Gambar 23. Field Explorer

c. Pembuatan Tata Letak (Layout)

Tata letak laporan untuk setiap hasil perhitungan rangkaian pembiasan dirancang sebagaimana pada gambar 24.

2.5. Kompilasi

Proses kompilasi dilakukan melalui Visual Basic 6 untuk mengubah file *project* menjadi aplikasi *setup* dalam bentuk *executable* (EXE).



Gambar 24. Rancangan Tata Letak

2.6. Pengujian dan Debugging

Pengujian dilakukan untuk melokalisir kesalahan (*bug*) dalam pemrograman, memperbaikinya (*debugging*) dan melakukan kompilasi ulang melalui Visual Basic 6.

3. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN HASIL

3.1. Pengujian Perhitungan

Proses pengujian dilakukan dengan membandingkan persentase kesalahan antara hasil perhitungan manual dengan hasil penggunaan aplikasi untuk keempat jenis rangkaian pembiasan.

Persentase kesalahan (*Percent Error*) kemudian dihitung melalui rumusan berikut:

$$\delta = \left| \frac{v - v_{\text{approx}}}{v} \right| \times 100 \quad (20)$$

dengan:

δ = persentase kesalahan (%)

v = nilai hasil perhitungan manual

v_{approx} = nilai hasil pengukuran

Perhitungan dilakukan melalui sebuah skenario dengan nilai-nilai parameter tertentu yang sudah diketahui sebelumnya.

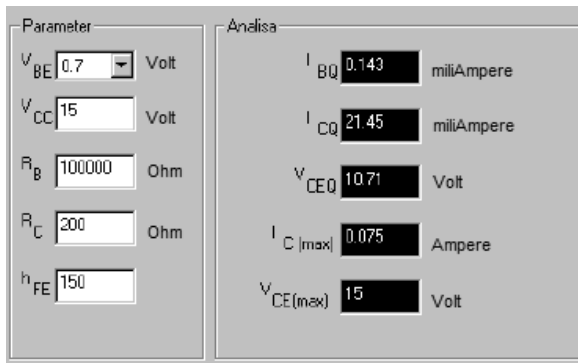
Adapun proses perhitungan secara manual dilakukan dengan bantuan kalkulator menurut rumus-rumus pembiasan transistor sebagaimana pembahasan teori.

3.1.1. Hasil Uji Perhitungan Bias Basis

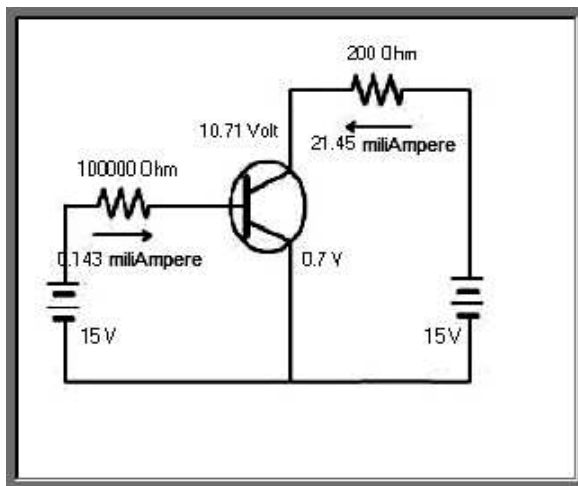
Perhitungan dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai pada titik operasi (I_{BQ} , I_{CQ} dan V_{CEQ}) dan nilai-nilai maksimum pada garis beban yaitu $I_{C(\text{max})}$ dan $V_{CE(\text{max})}$.

Parameter-parameter yang sudah diketahui: $h_{FE} = 150$; $V_{CC} = 15$ Volt; $R_B = 100$ K Ω , $V_{BE} = 0.7$ (Silicon), $R_C = 200$ Ω

Berikut ini tampilan hasil perhitungan aplikasi dan gambar rangkaian:



Gambar 25. Hasil Perhitungan Aplikasi untuk Bias Basis.



Gambar 26. Tampilan Rangkaian Bias Basis

Persentase kesalahan perhitungan untuk rangkaian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Persentase Kesalahan Perhitungan Bias Basis.

No.	Parameter	Satuan	Hasil Perhitungan		Error (%)
			Manual	Aplikasi	
1	I_{BQ}	mA	0.143	0.143	0
2	I_{CQ}	mA	21.45	21.45	0
3	V_{CEQ}	Volt	10.71	10.71	0
4	$I_{C(max)}$	mA	75	75	0
5	$V_{CE(max)}$	Volt	15	15	0

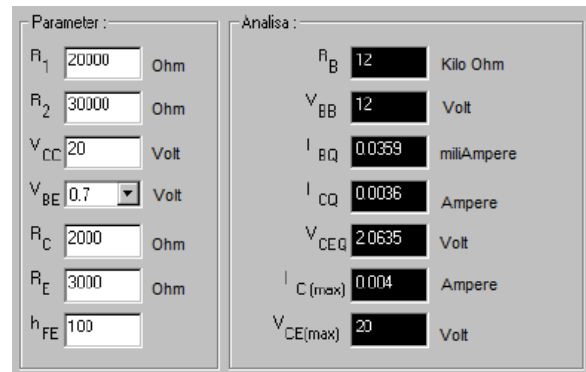
3.1.2. Hasil Uji Perhitungan Bias Bagi Tegangan

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai pada titik operasi (I_{BQ} , I_{CQ} dan V_{CEQ}), nilai-nilai ekuivalen Thevenin (R_B dan V_{BB}) dan

nilai-nilai maksimum pada garis beban yaitu $I_{C(max)}$ dan $V_{CE(max)}$.

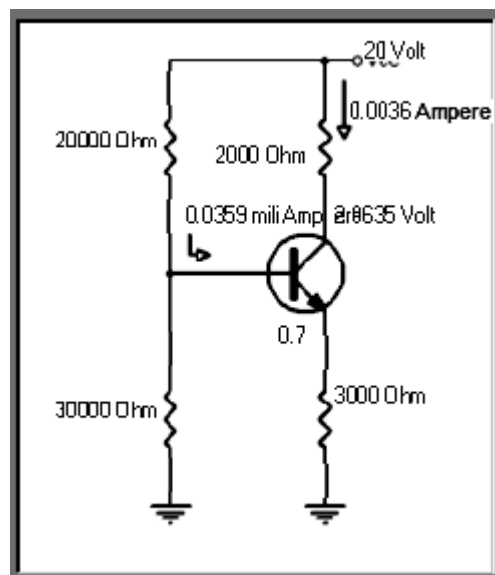
Parameter-parameter yang sudah diketahui: $h_{FE} = 100$; $V_{CC} = 20$ Volt; $R_1 = 20$ K Ω , $R_2 = 30$ K Ω , $V_{BE} = 0.7$ (Silicon), $R_C = 2$ K Ω , $R_E = 3$ K Ω

Hasil perhitungan aplikasi dan gambar rangkaian adalah seperti pada gambar 27 dan 28.



Gambar 27. Hasil Perhitungan Aplikasi untuk Bias Bagi Tegangan.

Persentase kesalahan perhitungan untuk rangkaian ini seperti dalam tabel 3.



Gambar 28. Tampilan Rangkaian Bias Bagi Tegangan

Tabel 3. Persentase Kesalahan Perhitungan Bias Bagi Tegangan

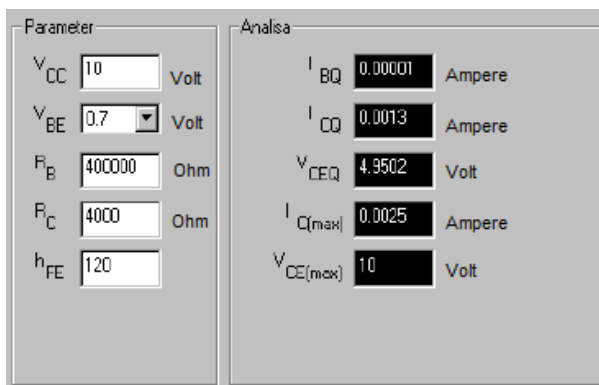
No.	Parameter	Satuan	Hasil Perhitungan		Error (%)
			Manual	Aplikasi	
1	R_B	$K\Omega$	12	12	0
2	V_{BB}	Volt	12	12	0
3	I_{BQ}	mA	0.0359	0.0359	0
4	I_{CQ}	mA	3.59	3.6	0.28
5	V_{CEQ}	Volt	2.05	2.0635	0.66
6	$I_{C(max)}$	mA	4	4	0
7	$V_{CE(max)}$	Volt	20	20	0

3.1.3. Hasil Uji Perhitungan Bias Kolektor

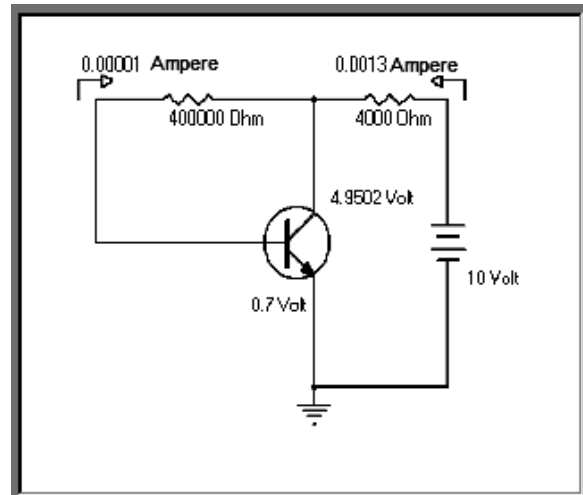
Perhitungan dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai pada titik operasi (I_{BQ} , I_{CQ} dan V_{CEQ}) dan nilai-nilai maksimum pada garis beban yaitu $I_{C(max)}$ dan $V_{CE(max)}$.

Parameter-parameter yang sudah diketahui: $h_{FE} = 120$; $V_{CC} = 10$ Volt; $R_B = 400$ $K\Omega$, $V_{BE} = 0.7$ (Silicon), $R_C = 4$ $K\Omega$.

Berikut ini tampilan hasil perhitungan aplikasi dan gambar rangkaian:



Gambar 29. Hasil Perhitungan Aplikasi untuk Bias Kolektor



Gambar 30. Tampilan Rangkaian Bias Kolektor

Persentase kesalahan perhitungan untuk rangkaian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Persentase Kesalahan Perhitungan Bias Kolektor

No.	Parameter	Satuan	Hasil Perhitungan		Error (%)
			Manual	Aplikasi	
1	I_{BQ}	mA	0.0105	0.01	4.76
2	I_{CQ}	mA	1.26	1.3	3.17
3	V_{CEQ}	Volt	4.96	4.9502	0.2
4	$I_{C(max)}$	mA	2.5	2.5	0
5	$V_{CE(max)}$	Volt	10	10	0

3.1.4. Hasil Uji Perhitungan Bias Emitter

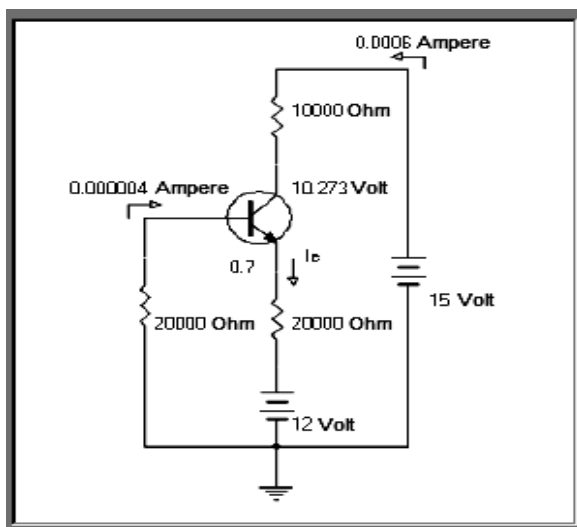
Perhitungan dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai pada titik operasi (I_{BQ} , I_{CQ} dan V_{CEQ}) dan nilai-nilai maksimum pada garis beban yaitu $I_{C(max)}$ dan $V_{CE(max)}$.

Parameter-parameter yang sudah diketahui: $h_{FE} = 150$; $V_{CC} = 15$ Volt; $V_{EE} = 12$ Volt; $R_B = R_E = 20$ $K\Omega$, $V_{BE} = 0.7$ (Silicon), $R_C = 10$ $K\Omega$.

Tampilan hasil perhitungan aplikasi dan gambar rangkaian adalah sebagaimana dalam gambar 31 dan 32.

Parameter		Analisa	
V_{CC}	15 Volt	I_{BQ}	0.000004 Ampere
V_{BE}	0.7 Volt	I_{CQ}	0.0006 Ampere
V_{EE}	12 Volt	V_{CEQ}	10.273 Volt
R_B	20000 Ohm	$I_{C(max)}$	0.0009 Ampere
R_C	10000 Ohm	$V_{CE(max)}$	27 Volt
R_E	20000 Ohm		
h_{FE}	150		

Gambar 31. Hasil Perhitungan Aplikasi untuk Bias Emitter



Gambar 32. Tampilan Rangkaian Bias Emitter

Berikut ini persentase kesalahan perhitungan untuk rangkaian bias emitter:

Tabel 5. Persentase Kesalahan Perhitungan Bias Emitter

No.	Parameter	Satuan	Hasil Perhitungan		Error (%)
			Manual	Aplikasi	
1	I_{BQ}	mA	0.037	0.04	8.11
2	I_{CQ}	mA	0.555	0.6	8.11
3	V_{CEQ}	Volt	10.35	10.273	0.74
4	$I_{C(max)}$	mA	0.9	0.9	0
5	$V_{CE(max)}$	Volt	27	27	0

3.2. Pembahasan Hasil

Dari pengujian tersebut terlihat bahwa untuk kuantitas yang bernilai kecil (yaitu arus)

terdapat tingkat kesalahan yang relatif besar. Kesalahan yang terjadi juga dipengaruhi oleh pembulatan (*rounding*) atau pemangkasan (*truncating*) selama proses perhitungan. Rata-rata persentase kesalahan keseluruhan dari seluruh parameter perhitungan dalam empat rangkaian pembiasan tersebut adalah 1,18% atau dengan kata lain aplikasi ini layak digunakan.

Hasil perhitungan yang ada juga dikaitkan dengan bentuk rangkaian sehingga dapat memberikan gambaran keterkaitan antar parameter yang dihitung.

Di sisi lain, menu bantuan (*help menu*) masih kurang memadai dan penggunaan satuan (Ampere, Volt, Ohm) beserta faktor pengali (mili, kilo, mega dan sebagainya) bersifat kurang fleksibel karena tidak dapat diatur oleh pengguna.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan perangkat lunak dan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian maka dapat disimpulkan:

1. Pembuatan perangkat lunak perhitungan pembiasan DC pada transistor dwi kutub meliputi tahapan perancangan basis data, perancangan form, pembuatan kode sumber, perancangan laporan, kompilasi dan pengujian serta *debugging*.
2. Aplikasi dapat melakukan perhitungan dengan tingkat kesalahan yang rendah, sebesar 1,18%
3. Selain melakukan perhitungan, aplikasi dapat menampilkan bentuk rangkaian (beserta seluruh nilai komponen) dan mencetak hasil perhitungan dalam bentuk laporan.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Andersen, Virginia. 2007. *Microsoft Office Access 2007: The Complete Reference*. McGraw Hill Osborne Media.
2. Boylestad, Robert. Nashelsky, Louis. 1998. *Electronic Devices and Circuit Theory (Seventh Edition)*. Prentice Hall.
3. Floyd, Thomas L. 2005. *Electronic Devices, Conventional Current Version, International Edition*. Pearson Prentice Hall.
4. Groh, Michael R. Stockman, Joseph C. Powell, Gavin. Prague, Cary N. Irwin, Michael R. Reardon, Jennifer. 2007. *Access 2007 Bible*. Wiley.
5. Himpe, Vincent. 2002. *Visual Basic for Electronics Engineering Applications*. Vincent Himpe (Public Domain).
6. Holzner, Steven. 1998. *Visual Basic 6 Black Book*. The Coriolis Group.
7. Miller, Wilhelm. Robbins, Allan H. 2003. *Circuit Analysis: Theory and Practice. Third Edition*. Thomson Delmar Learning. Jakarta.
8. Peck, George. 2001. *Crystal Reports 8.5: The Complete Reference*. McGraw Hill Osborne Media.
9. Perry, Greg. 1999. *Sam's Teach Yourself Visual Basic 6 in 21 Days, Professional Reference Edition*. MacMillan Computer Publishing.
10. Siler, Brien. Spotts, Jeff. 1998. *Special Edition Using Visual Basic 6*. Que.