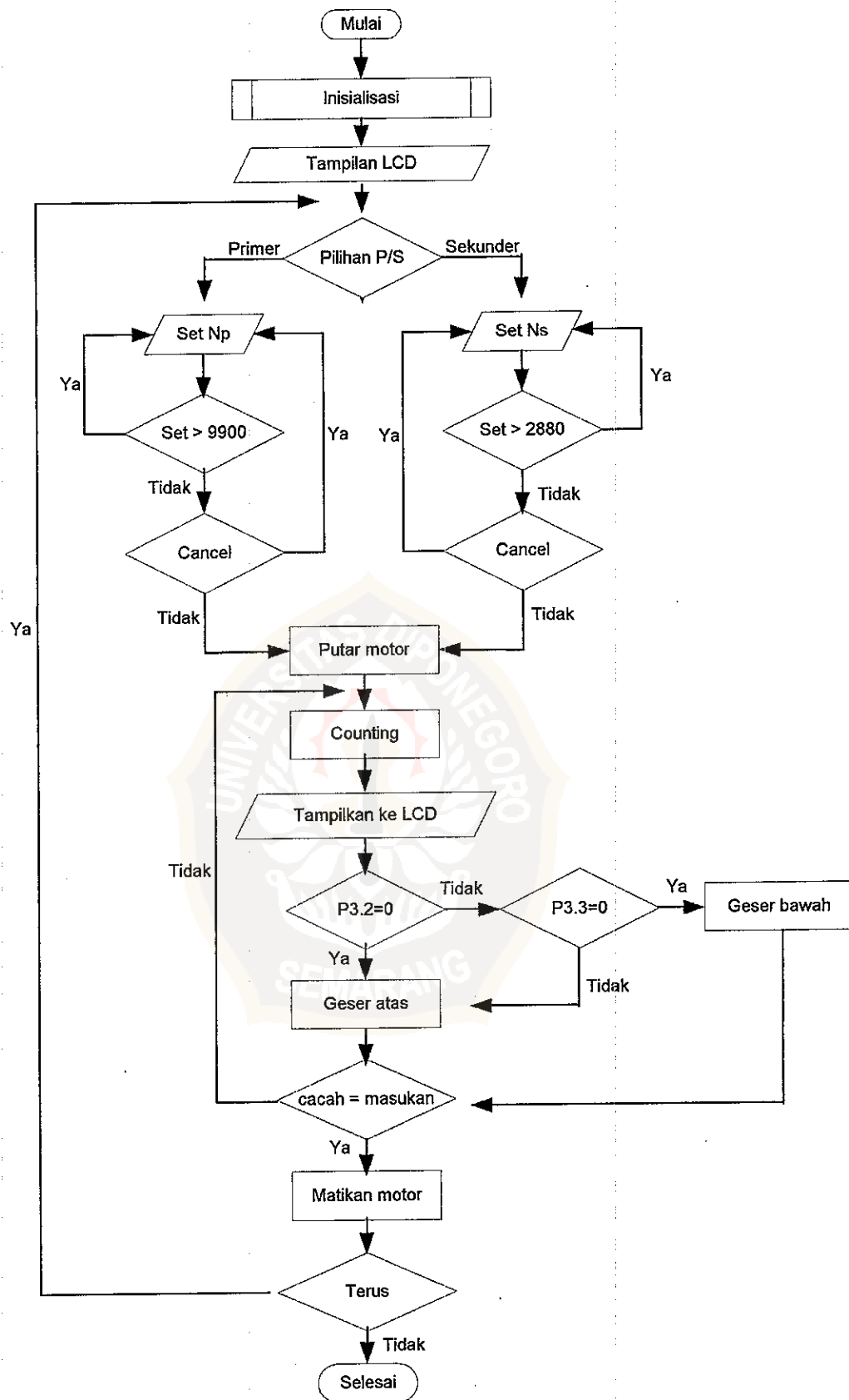


LAMPIRAN



Lampiran A
Algoritma Program



```

;----->
;< OTOMATISASI PEMBUATAN TRANSFORMATOR DENGAN MIKROKONTROLER AT89C51 >
;< ORIGINAL FILE : IWAL.ASM >
;< COPYRIGHT (C) 2003 BY UGI-TECH >
;< >
;< CLK COUNTER --> P3.4 (T0) >
;< CLK TURUN --> P3.2 (INT0) >
;< CLK NAIK --> P3.3 (INT1) >
;< >
;< POSISI KEYPAD: >
;< >
;< 0 1 2 3 SKR: SKUNDER >
;< CANCEL: BATAL/GANTI >
;< 4 5 6 7 SETP: SET NP >
;< SETS: SET NS >
;< 8 9 SKR CANCEL STBY: STANDBY >
;< ENTER: AGREE/OKEY >
;< SETP SETS STBY ENTER >
;----->
RS BIT P3.7
SIG BIT P3.6
RLY BIT P3.1
STP DATA P2
LCDB DATA P0
BCD65 EQU 5CH
BCD43 EQU 5DH
BCD21 EQU 5EH
D2ASC EQU 51H
HLO EQU 52H
HHI EQU 53H
LOCATE EQU 50H
KEY EQU 4FH
KEYH EQU 4DH
KEYL EQU 4EH
HEKH EQU 4BH
HEKL EQU 4CH
SPOINT EQU 6EH
PVAR EQU 6CH
DISPNUM BIT 01H

LJMP 0030H
ORG 001BH
LJMP TSELA
ORG 0030H

INITC: NOP
CLR 00H
SETB EA
MOV TMOD, #05H
MOV 50H, #20
CLR TR0
MOV TH0, #00H
MOV TL0, #00H

INITLCD: LCALL SHORT
NOP
CLR RS
MOV LCDB, #00111000B
LCALL PLS
MOV LCDB, #00001100B
LCALL PLS
MOV LCDB, #00000110B
LCALL PLS

```



Lampiran B
Listing Program

b

```
        LCALL DELAY
        SETB RS
        CLR RLY
        LCALL CLRSCR
        MOV DPTR, #TUNGGU      ;DISPLAY: 'TUNGGU..... '
        MOV B, #16
        LCALL DWORD
        MOV R6, #5

WAIT4:  LCALL DELAY
        LCALL DELAY1
        DJNZ R6, WAIT4
        LCALL CLRSCR
        LCALL READKEY
        MOV A, #0AH           ;IF SKR PRESSED THEN GOTO
        CJNE A, KEY, LM1
        LJMPL SKUNDER

LM1:    CLR 04H
        LCALL BARIS
        JNB 04H, LM1

LM2:    LCALL CLRSCR
        MOV DPTR, #PILIHP     ;DISPLAY: 'PRIMER, SETP'
        LCALL LINE1
        MOV B, #12
        LCALL DWORD
        LCALL LINE2
        MOV DPTR, #PILIHS     ;DISPLAY: 'SEKUNDER, SETS'
        MOV B, #14
        LCALL DWORD
        LCALL DELAY

LM3:    LCALL READKEY
        MOV A, #0CH           ;IF SETP PRESSED THEN GOTO
        CJNE A, KEY, LM4
        LCALL DELAY
        LJMPL PRIMER

LM4:    LCALL READKEY
        MOV A, #0DH           ;IF SETS PRESSED THEN GOTO
        CJNE A, KEY, LM2
        LCALL DELAY
        LJMPL SKUNDER

PRIMER: LCALL CLRSCR
        MOV PCENTPV, #0
        MOV DPTR, #SETTINGP   ;DISPLAY: 'SET NP: '
        LCALL LINE1
        MOV B, #8
        LCALL DWORD
        SETB DISPNUM
        LCALL FNKEY
        CLR DISPNUM
        LCALL LINE2
        MOV DPTR, #CONFTXT    ;DISPLAY: 'SETTING BENAR ? '
        MOV B, #16
        LCALL DWORD
        CLR 04H
        LCALL CONFIRM
        JB 04H, PRIMER
        LCALL DWORD
        MOV SPOINT, HEKH
```

Lampiran B
Listing Program

c

```
MOV SPOINT+1, HEKH+1
CLR 04H
LCALL SPCNF
JB 04H, PRIMER
CLR TR0
MOV TH0, #00
MOV TL0, #00
SETB RLY

LPRIMER3: JNB P3.4, LPRIMER3
CLR A
MOV A, #01H
MOV STP, A
CLR A

TURUN2: LCALL BANDING
JNB P3.2, TURUN0
JNB P3.3, NAIK1
JNB P3.4, TURUN2
CLR A
MOV A, #02H
MOV STP, A
CLR A

TURUN3: LCALL BANDING
JNB P3.2, TURUN0
JNB P3.3, NAIK1
JNB P3.4, TURUN3
CLR A
MOV A, #04H
MOV STP, A
CLR A

TURUN4: LCALL BANDING
JNB P3.2, TURUN0
JNB P3.3, NAIK1
JNB P3.4, TURUN4
CLR A
MOV A, #08H
MOV STP, A
CLR A
LCALL BANDING
JNB P3.2, TURUN0
JNB P3.3, NAIK1
LJMP LPRIMER3

TURUN0: LCALL BANDING
JNB P3.4, TURUN0
CLR A
MOV A, #01H
MOV STP, A
CLR A

TURUN02: LCALL BANDING
JNB P3.3, NAIK1
JNB P3.4, TURUN02
CLR A
MOV A, #02H
MOV STP, A
CLR A
```

Lampiran B
Listing Program

d

```
TURUN03:  LCALL BANDING
           JNB  P3.3, NAIK1
           JNB  P3.4, TURUN03
           CLR  A
           MOV  A, #04H
           MOV  STP, A
           CLR  A
           MOV  A, #08H
           MOV  STP, A
           CLR  A

TURUN04:  LCALL BANDING
           JNB  P3.3, NAIK1
           JNB  P3.4, TURUN03
           CLR  A
           MOV  A, #08H
           MOV  STP, A
           CLR  A
           LCALL BANDING
           JNB  P3.3, NAIK1
           LJMP TURUN0

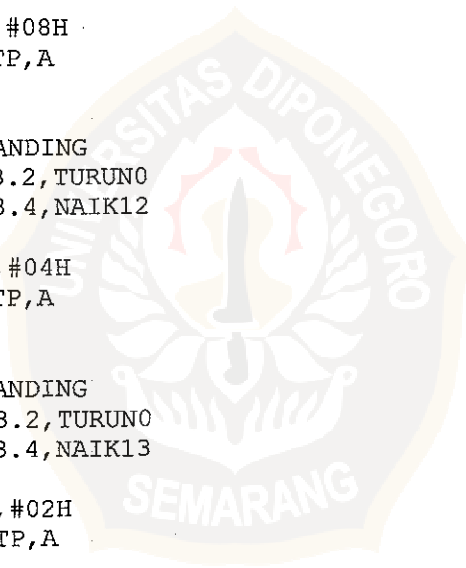
NAIK1:    LCALL BANDING
           JNB  P3.4, NAIK1
           CLR  A
           MOV  A, #08H
           MOV  STP, A
           CLR  A

NAIK12:   LCALL BANDING
           JNB  P3.2, TURUN0
           JNB  P3.4, NAIK12
           CLR  A
           MOV  A, #04H
           MOV  STP, A
           CLR  A

NAIK13:   LCALL BANDING
           JNB  P3.2, TURUN0
           JNB  P3.4, NAIK13
           CLR  A
           MOV  A, #02H
           MOV  STP, A
           CLR  A

NAIK14:   LCALL BANDING
           JNB  P3.2, TURUN0
           JNB  P3.4, NAIK14
           CLR  A
           MOV  A, #01H
           MOV  STP, A
           LCALL BANDING
           JNB  P3.2, TURUN0
           LJMP NAIK1

BANDING:  MOV  A, SPOINT+1
           CJNE A, PVAR+1, LBACA
           MOV  A, SPOINT
           CJNE A, PVAR, LBACA
           CLR  RLY
           LCALL DELAY
```



Lampiran B
Listing Program

```
LSTBY:      LCALL READKEY
            MOV   A, #0EH           ;IF STBY PRESSED THEN GOTO
            CJNE  A, KEY, LSTBY

LSTBY1:     LCALL CLRSCR
            MOV   DPTR, #STANDBY   ;DISPLAY: 'STOP MODE'
            MOV   B, #9
            LCALL DWORD
            LCALL LINE2
            MOV   DPTR, #TEKAN     ;DISPLAY: 'tekan SETP/SETS '
            MOV   B, #16
            LCALL DWORD
            LCALL DELAY

LSTBY2:     LCALL READKEY
            MOV   A, #0CH           ;IF SETP PRESSED THEN GOTO
            CJNE  A, KEY, LSTBY3
            LCALL DELAY
            LJMP  PRIMER

LSTBY3:     LCALL READKEY
            MOV   A, #0DH           ;IF SETS PRESSED THEN GOTO
            CJNE  A, KEY, LSTBY2
            LCALL DELAY
            LJMP  SKUNDER

CONFIRM:    LCALL READKEY
            MOV   A, #0BH           ;IF CANCEL PRESSED THEN GOTO
            CJNE  A, KEY, CONF1
            SETB  04H
            RET

CONF1:      MOV   A, #0FH           ;IF ENTER PRESSED THEN GOTO
            CJNE  A, KEY, CONFIRM
            CLR   04H
            RET

LBACA:      LCALL LINE2
            MOV   DPTR, #BACA       ;DISPLAY: 'RUN: '
            MOV   B, #5
            LCALL DWORD
            LCALL DELAY1
            LCALL GETLLT
            LCALL LLTDISP
            MOV   DPTR, #LLT        ;DISPLAY: ' LLT '
            MOV   B, #7
            LCALL DWORD
            RET

SETP MAX=9900
SPCNF:      MOV   DPH, SPOINT
            MOV   DPL, SPOINT+1
            MOV   B, #26H
            MOV   A, #0ACH
            CLR   C
            LCALL CPDPTR
            JC    SPOVER
            RET

SPOVER:     LCALL LINE2
            MOV   DPTR, #SPOVTEXT  ;DISPLAY: 'SET > LLT MAX. '
            MOV   B, #16
            LCALL DWORD
            MOV   R6, #5
```

Lampiran B
Listing Program

f

```
WAIT3:    LCALL DELAY
          DJNZ R6, WAIT3
          SETB 04H
          RET

;SETS MAX=2880
SPCNFS:   MOV   DPH, SPOINT
          MOV   DPL, SPOINT+1
          MOV   B, #0BH
          MOV   A, #40H
          CLR   C
          LCALL CPDPTR
          JC   SPOVER
          RET

SKUNDER:  LCALL CLRSCR
          MOV   PCENTPV, #0
          MOV   DPTR, #SETTINGS ;DISPLAY: 'SET NS: '
          LCALL LINE1
          MOV   B, #8
          LCALL DWORD
          SETB DISPNUM
          LCALL FNKEY
          CLR   DISPNUM
          LCALL LINE2
          MOV   DPTR, #CONFTXT ;DISPLAY: 'SETTING BENAR ? '
          MOV   B, #16
          LCALL DWORD
          CLR   04H
          LCALL CONFIRM
          JB   04H, SKUNDER
          LCALL DWORD
          MOV   SPOINT, HEKH
          MOV   SPOINT+1, HEKH+1
          CLR   04H
          LCALL SPCNFS
          JB   04H, SKUNDER
          CLR   TR0
          MOV   TH0, #00
          MOV   TLO, #00
          SETB RLY
          SETB RLY

LSKUNDER3: LJMP LPRIMER3

DISP123:  MOV   LCDB, #20H
          LCALL PLS
          LCALL LFH2D
          MOV   A, BCD43
          ANL   A, #0FH
          LCALL DASC
          MOV   LCDB, A
          LCALL PLS
          MOV   A, BCD21
          ANL   A, #0F0H
          SWAP A
          LCALL DASC
          MOV   LCDB, A
          LCALL PLS
          MOV   A, BCD21
          ANL   A, #0FH
          LCALL DASC
          MOV   LCDB, A
```



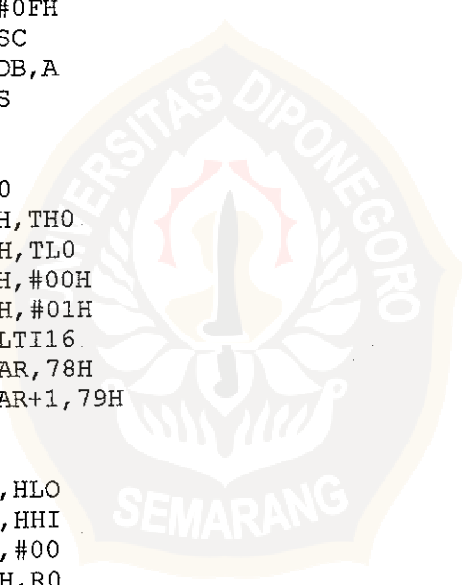
```
LCALL PLS
RET

LLTDISP:  MOV   HHI, PVAR
          MOV   HLO, PVAR+1
          LCALL LFH2D
          MOV   A, BCD43
          ANL   A, #0F0H
          SWAP  A
          LCALL DASC
          MOV   LCDB, A
          LCALL PLS
          MOV   A, BCD43
          ANL   A, #0FH
          LCALL DASC
          MOV   LCDB, A
          LCALL PLS
          MOV   A, BCD21
          ANL   A, #0F0H
          SWAP  A
          LCALL DASC
          MOV   LCDB, A
          LCALL PLS
          MOV   A, BCD21
          ANL   A, #0FH
          LCALL DASC
          MOV   LCDB, A
          LCALL PLS
          RET

GETLLT:  SETB  TR0
          MOV   72H, TH0
          MOV   73H, TL0
          MOV   74H, #00H
          MOV   75H, #01H
          LCALL MULTI16
          MOV   PVAR, 78H
          MOV   PVAR+1, 79H
          RET

LFH2D:   MOV   R0, HLO
          MOV   R1, HHI
          MOV   R2, #00
          MOV   60H, R0
          MOV   61H, R1
          MOV   62H, R2
          MOV   R0, #00
          MOV   R1, #00
          MOV   R2, #00
          MOV   R3, #00
          MOV   R4, #24

BIN2BCD1: CLR   C
          MOV   A, 60H
          RLC   A
          MOV   60H, A
          MOV   A, 61H
          RLC   A
          MOV   61H, A
          MOV   A, 62H
          RLC   A
          MOV   62H, A
          MOV   A, R0
```



Lampiran B
Listing Program

h

```
RLC A
MOV R0,A
MOV A,R1
RLC A
MOV R1,A
MOV A,R2
RLC A
MOV R2,A
MOV A,R3
RLC A
MOV R3,A
DEC R4
CJNE R4,#00,BIN2BCD2
MOV 5CH,R2
MOV 5DH,R1
MOV 5EH,R0
RET

BIN2BCD2: MOV A,R0
ADD A,#3H
CLR C
JNB ACC.3,BIN2BCD3
MOV R0,A

BIN2BCD3: MOV A,R0
ADD A,#30H
CLR P
JNB ACC.7,BIN2BCD4
MOV R0,A

BIN2BCD4: MOV A,R1
ADD A,#3H
CLR P
JNB ACC.3,BIN2BCD5
MOV R1,A

BIN2BCD5: MOV A,R1
ADD A,#30H
CLR P
JNB ACC.7,BIN2BCD6
MOV R1,A

BIN2BCD6: MOV A,R2
ADD A,#3H
CLR P
JNB ACC.3,BIN2BCD7
MOV R2,A

BIN2BCD7: MOV A,R2
ADD A,#30H
CLR P
JNB ACC.7,BIN2BCD8
MOV R2,A

BIN2BCD8: MOV A,R3
ADD A,#3H
CLR P
JNB ACC.3,BIN2BCD9
MOV R3,A

BIN2BCD9: MOV A,R3
ADD A,#30H
CLR P
```

Lampiran B
Listing Program

```
JNB ACC.7,BIN2BCD10
MOV R3,A

BIN2BCD10: LJMP BIN2BCD1

LFD2H: MOV B,KEYH
MOV A,KEYL
PUSH B
PUSH ACC
ANL A,#0FH
MOV R2,A
MOV R3,#00
POP ACC
SWAP A
ANL A,#0FH
MOV B,#10
MUL AB
ADD A,R2
MOV R2,A
POP ACC
PUSH ACC
ANL A,#0FH
MOV B,#100
MUL AB
ADD A,R2
MOV R2,A
MOV A,B
ADDC A,R3
MOV R3,A
POP ACC
SWAP A
ANL A,#0FH
ADD A,ACC
PUSH ACC
ADD A,#THTBLE-AFM1
MOVC A,@A+PC

AFM1: MOV B,A
POP ACC
ADD A,#THTBLE+1-AFM2
MOVC A,@A+PC

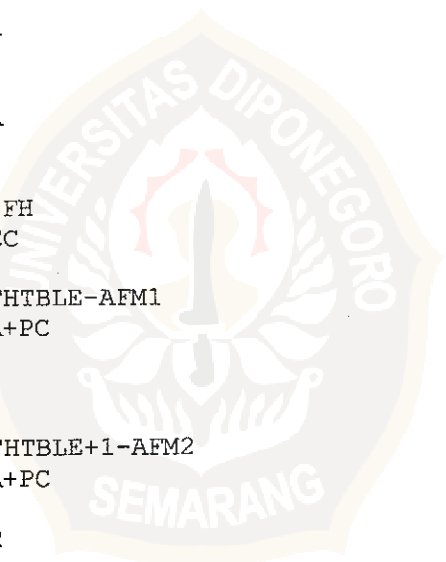
AFM2: ADD A,R2
MOV R2,A
XCH A,B
ADDC A,R3
MOV B,A
MOV A,R2
MOV HEKH,B
MOV HEKL,A
RET

THTBLE:
DW 0000H,0E803H,0D007H,0B80BH,0A00FH,8813H,7017H,581BH,401FH,2823H

DASC: CJNE A,#00H,CR1
MOV A,#'0'
RET

CR1: CJNE A,#01H,CR2
MOV A,#'1'
RET

CR2: CJNE A,#02H,CR3
```



Lampiran B
Listing Program

```
MOV A, #'2'  
RET  
  
CR3: CJNE A, #03H, CR4  
MOV A, #'3'  
RET  
  
CR4: CJNE A, #04H, CR5  
MOV A, #'4'  
RET  
  
CR5: CJNE A, #05H, CR6  
MOV A, #'5'  
RET  
  
CR6: CJNE A, #06H, CR7  
MOV A, #'6'  
RET  
  
CR7: CJNE A, #07H, CR8  
MOV A, #'7'  
RET  
  
CR8: CJNE A, #08H, CR9  
MOV A, #'8'  
RET  
  
CR9: CJNE A, #09H, CRA  
MOV A, #'9'  
RET  
  
CRA: NOP  
MOV A, #'#'  
RET  
  
LINE1: MOV LCDB, #10000000B  
CLR RS  
LCALL PLS  
SETB RS  
RET  
  
LINE2: MOV LCDB, #11000000B  
CLR RS  
LCALL PLS  
SETB RS  
RET  
  
LOKASI: MOV A, LOCATE  
ORL A, #80H  
MOV LCDB, A  
CLR RS  
LCALL PLS  
SETB RS  
RET  
  
CLRSCR: MOV LCDB, #00000001B  
CLR RS  
LCALL PLS  
  
SETB RS  
RET
```

```
UTIL_UDIV: PUSH 0  
PUSH 1
```

Lampiran B
Listing Program

k

```
LCALL DIVIDE
POP 1
POP 0
RET

DIVIDE: CLR A
MOV B,A
MOV R0,A
MOV R1,A
MOV A,R2
ORL A,R3
JZ L8DIVIDE
MOV A,R4
ORL A,R5
JNZ L3DIVIDE
RET

L1DIVIDE: MOV A,R2
CLR C
SUBB A,R4
JC L4DIVIDE
JNZ L2DIVIDE
MOV A,R3
SUBB A,R5
JC L4DIVIDE

L2DIVIDE: MOV A,R5
CLR C
RLC A
MOV R5,A
MOV A,R4
RLC A
MOV R4,A

L3DIVIDE: INC B
MOV A,R4
JNB ACC.7,L1DIVIDE

L4DIVIDE: MOV A,R2
CLR C
SUBB A,R4
JC L5DIVIDE
JNZ L6DIVIDE
MOV A,R3
SUBB A,R5
JNC L6DIVIDE

L5DIVIDE: CLR C
SJMP L7DIVIDE

L6DIVIDE: CLR C
MOV A,R3
SUBB A,R5
MOV R3,A
MOV A,R2
SUBB A,R4
MOV R2,A
SETB C

L7DIVIDE: MOV A,R1
RLC A
MOV R1,A
MOV A,R0
RLC A
```



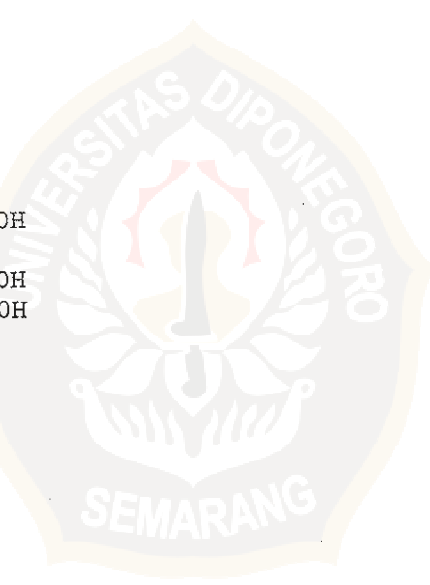
Lampiran B
Listing Program

```
MOV R0,A
MOV A,R4
CLR C
RRC A
MOV R4,A
MOV A,R5
RRC A
MOV R5,A
DJNZ B,L4DIVIDE

L8DIVIDE: MOV 5,R3
MOV 4,R2
MOV 2,R0
MOV 3,R1
RET

MULTI16: MOV R6,72H
MOV R7,73H
MOV R4,74H
MOV R5,75H
MOV A,R5
MOV B,R7
MUL AB
MOV R2,B
MOV R3,A
MOV A,R5
MOV B,R6
MUL AB
ADD A,R2
MOV R2,A
MOV A,B
ADDC A,#00H
MOV R1,A
MOV A,#00H
ADDC A,#00H
MOV R0,A
MOV A,R4
MOV B,R7
MUL AB
ADD A,R2
MOV R2,A
MOV A,B
ADDC A,R1
MOV R1,A
MOV A,#00H
ADDC A,R0
MOV R0,A
MOV A,R4
MOV B,R6
MUL AB
ADD A,R1
MOV R1,A
MOV A,B
ADDC A,R0
MOV R0,A
MOV 76H,R0
MOV 77H,R1
MOV 78H,R2
MOV 79H,R3
RET
```

```
CPDPTR: NOP
CLR C
```



Lampiran B
Listing Program

```

SUBB  A, DPL
MOV   A, B
SUBB  A, DPH
RET

SUMM16:  CLR   C
        PUSH  ACC
        ADD   A, DPL
        MOV   DPL, A
        MOV   A, DPH
        ADDC  A, B
        MOV   DPH, A
        POP  ACC
        RET

READKEY: MOV   KEY, #0FFH
        CLR   C
        MOV   P1, #11111110B
        JNB  P1.4, SW0
        JNB  P1.5, SW1
        JNB  P1.6, SW2
        JNB  P1.7, SW3
        LJMP SCAN1

SW0:    LCALL TUNG
        JB   P1.4, KEYBAR1
        JNB  P1.4, $
        MOV  KEY, #00H
        JB   01H, TMPL1
        RET

SW1:    LCALL TUNG
        JB   P1.5, KEYBAR1
        JNB  P1.5, $
        MOV  KEY, #01H
        JB   01H, TMPL1
        RET

SW2:    LCALL TUNG
        JB   P1.6, KEYBAR1
        JNB  P1.6, $
        MOV  KEY, #02H
        JB   01H, TMPL1
        RET

SW3:    LCALL TUNG
        JB   P1.7, KEYBAR1
        JNB  P1.7, $
        MOV  KEY, #03H
        JB   01H, TMPL1
        RET

SCAN1:  MOV   P1, #11111101B
        JNB  P1.4, SW4
        JNB  P1.5, SW5
        JNB  P1.6, SW6
        JNB  P1.7, SW7
        LJMP SCAN2

TMPL1:  LJMP  TMPL3

SW4:    LCALL TUNG
        JB   P1.4, KEYBAR1
        JNB  P1.4, $
```

Lampiran B
Listing Program

```
MOV KEY, #04H

KEYBAR1: JB 01H, TMPL1
RET

SW5: LCALL TUNG
JB P1.5, KEYBAR2
JNB P1.5, $
MOV KEY, #05H
JB 01H, TMPL1
RET

SW6: LCALL TUNG
JB P1.6, KEYBAR2
JNB P1.6, $
MOV KEY, #06H
JB 01H, TMPL1
RET

SW7: LCALL TUNG
JB P1.7, KEYBAR2
JNB P1.7, $
MOV KEY, #07H
JB 01H, TMPL1
RET

SCAN2: MOV P1, #11111011B
JNB P1.4, SW8
JNB P1.5, SW9
JNB P1.6, SWA
JNB P1.7, SWB
LJMP SCAN3

SW8: LCALL TUNG
JB P1.4, KEYBAR2
JNB P1.4, $
MOV KEY, #08H
JB 01H, TMPL2
RET

SW9: LCALL TUNG
JB P1.5, KEYBAR2
JNB P1.5, $
MOV KEY, #09H
JB 01H, TMPL2

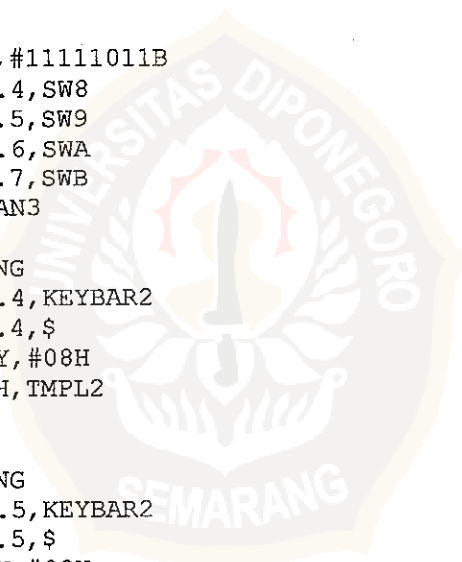
KEYBAR2: RET

SWA: LCALL TUNG
JB P1.6, KEYBAR2
JNB P1.6, $
MOV KEY, #0AH
RET

SWB: LCALL TUNG
JB P1.7, KEYBAR2
JNB P1.7, $

MOV KEY, #0BH
RET

SCAN3: MOV P1, #11111011B
JNB P1.4, SWC
```



Lampiran B
Listing Program

```
JNB P1.5,SWD
JNB P1.6,SWE
JNB P1.7,SWF
RET

SWC:  LCALL TUNG
      JB P1.4,KEYBAR2
      JNB P1.4,$
      MOV KEY,#0CH
      RET

SWD:  LCALL TUNG
      JB P1.5,KEYBAR2
      JNB P1.5,$
      MOV KEY,#0DH
      RET

SWE:  LCALL TUNG
      JB P1.6,KEYBAR2
      JNB P1.6,$
      MOV KEY,#0EH
      RET

SWF:  LCALL TUNG
      JB P1.7,KEYBAR2
      JNB P1.7,$
      MOV KEY,#0FH
      RET

TMPL2: LJMP TMPL3

TUNG:  MOV R4,#05
TUNG1: MOV R5,#0FFH
      DJNZ R5,$
      DJNZ R4,TUNG1
      RET

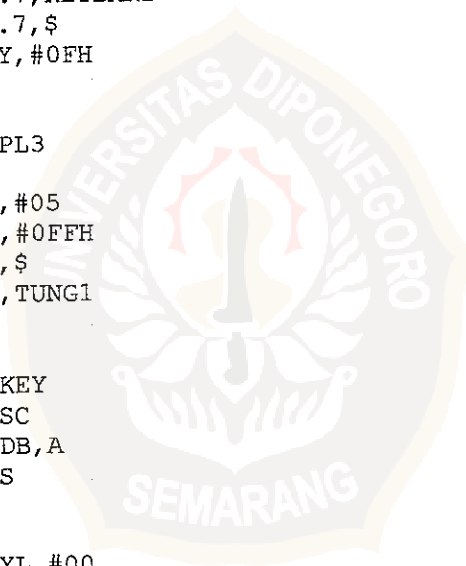
TMPL3: MOV A,KEY
      LCALL DASC
      MOV LCDB,A
      LCALL PLS
      RET

FNKEY: MOV KEYL,#00
      MOV KEYH,#00
      SETB 01H

KERR1: LCALL READKEY
      LCALL CHECK1
      JC KERR1
      MOV A,KEY
      SWAP A
      MOV KEYH,A

KERR2: LCALL READKEY
      LCALL CHECK1
      JC KERR2
      MOV A,KEY
      ORL A,KEYH
      MOV KEYH,A

KERR3: LCALL READKEY
      LCALL CHECK1
```



Lampiran B
Listing Program

p

```
JC      KERR3
MOV     A,KEY
SWAP   A
MOV     KEYL,A

KERR4:  LCALL READKEY
        LCALL CHECK1
        JC      KERR4
        MOV     A,KEY
        ORL    A,KEYL
        MOV     KEYL,A
        CLR    C
        CLR    01H
        LCALL LFD2H
        RET

CHECK1:  CLR    C
        MOV     A,#09
        CJNE   A,KEY,ENDCH

ENDCH:  RET

DWORD:  NOP
        SETB   RS
        MOV     R7,#00
        MOV     A,#00

LPRE1:  MOVC   A,@A+DPTR
        MOV     LCDB,A
        LCALL SHORT
        LCALL PLS
        INC    R7
        MOV     A,R7
        CJNE   A,B,LPRE1
        RET

BARIS:  LCALL READKEY
        MOV     A,#0FH ;IF ENTER PRESSED THEN GOTO
        CJNE   A,KEY,BARIS1
        SETB   03H
        RET

BARIS1: LCALL CJUDUL
        LCALL LWORD
        LCALL CMHS
        LCALL LWORD
        INC    7EH
        LCALL DELAY
        MOV     A,7EH
        CJNE   A,#70,BARIS
        MOV     7EH,#0
        RET

CJUDUL: MOV     DPTR,#DTJUDUL
        LCALL LINE1
        LCALL LWORD
        RET

CMHS:  MOV     DPTR,#DTMHS
        LCALL LINE2
        LCALL LWORD
        RET
```

Lampiran B
Listing Program

```
LWORD:    NOP
          SETB  RS
          MOV   R7, #00
          MOV   A, 7EH
          MOV   7BH, A

LPRE2:    MOV   A, 7BH
          MOVC  A, @A+DPTR
          MOV   LCDB, A
          LCALL PLS
          INC   7BH
          INC   R7
          MOV   A, R7
          CJNE  A, #16, LPRE2
          RET

PLS:      NOP
          SETB  SIG
          LCALL SHORT
          CLR   SIG
          LCALL SHORT
          RET

DELAY:    NOP
          MOV   R0, #02H

L2:       MOV   R1, #0FFH

L1:       MOV   R2, #0FFH
          DJNZ  R2, $
          DJNZ  R1, L1
          DJNZ  R0, L2
          RET

DELAY1:   NOP
          MOV   R0, #01H

L21:      MOV   R1, #100

L11:      MOV   R2, #150
          DJNZ  R2, $
          DJNZ  R1, L1
          DJNZ  R0, L2
          RET

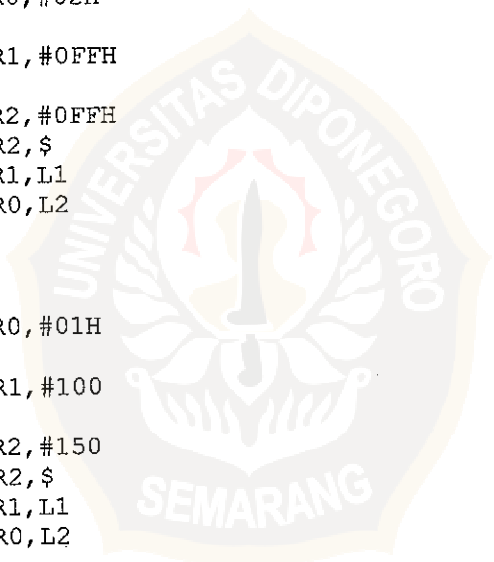
SHORT:    NOP
          MOV   R0, #02H

L2S:      MOV   R1, #05H

L1S:      MOV   R2, #80
          DJNZ  R2, $
          DJNZ  R1, L1S
          DJNZ  R0, L2S
          RET

SDELAY:   MOV   R5, #25
          DJNZ  R5, $
          RET

TSELA:    CLR   TR0
          SETB  00H
          NT:  MOV   TH1, #3CH
```



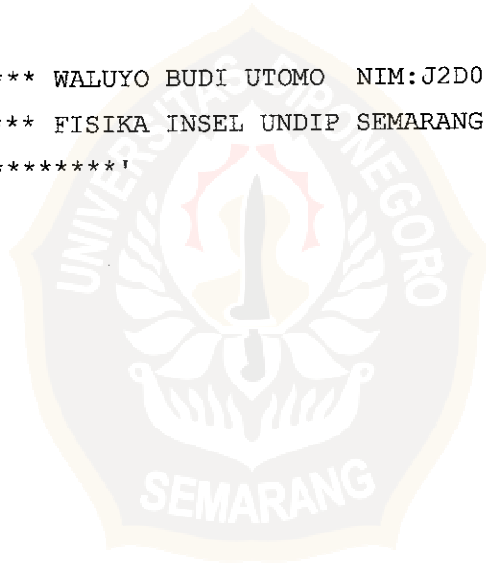
Lampiran B
Listing Program

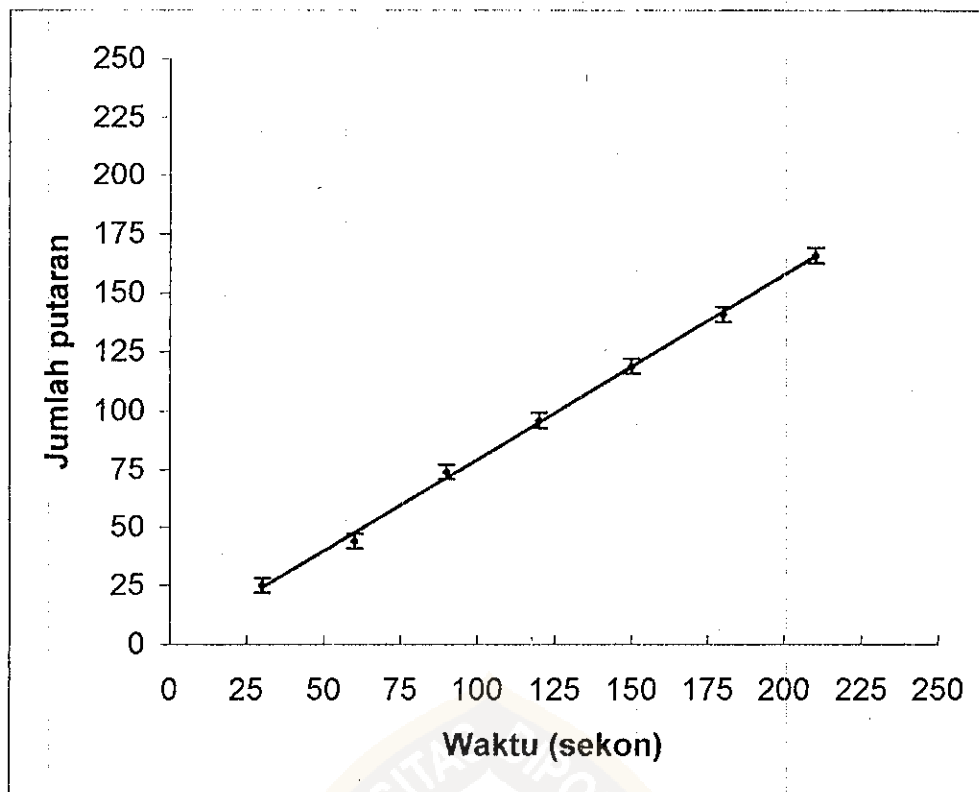
r

```
MOV    TL1, #0AFH
RETI

SETTINGP: DB 'SET NP: '
BACA:    DB 'RUN: '
LLT:     DB ' LLT '
SETTINGS: DB 'SET NS: '
CONFTEXT: DB 'SETTING BENAR ? '
TUNGGU:  DB 'TUNGGU..... '
SPOVTEXT: DB 'SET > LLT MAX. '
STANDBY: DB 'STOP MODE'
TEKAN:   DB 'tekan SETP/SETS '
PILIHP:  DB 'PRIMER, SETP'
PILIHS:  DB 'SEKUNDER, SETS'
DTJUDUL:
DB '*****OTOMATISASI PENGGULUNGAN TRANSFORMATOR***** '
DB '*****DENGAN MIKROKONTROLER AT89C51*****'
DB '*****'

DTMHS:
DB '***** WALUYO BUDI UTOMO NIM:J2D097198 ***** '
DB '***** FISIKA INSEL UNDIP SEMARANG ***** '
DB '*****'
END
```





Gambar C.1 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 100 Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

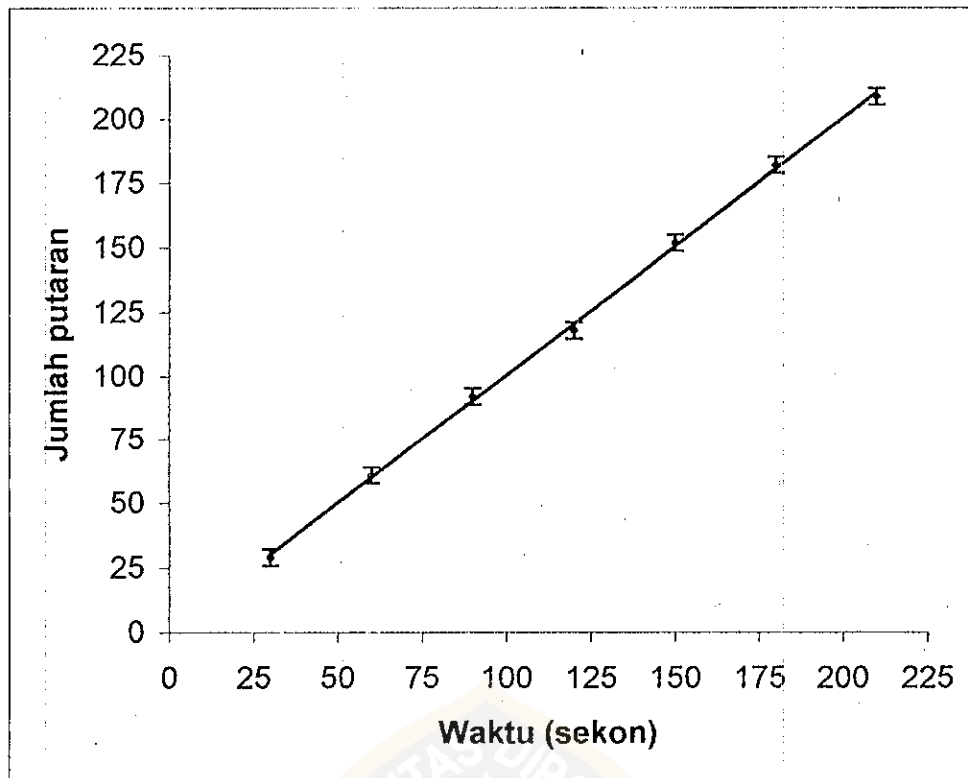
$$Y = 0,788X + 0,042$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 0,788 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 1,590. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 100 Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 0,788 putaran tiap detik.



Gambar C.2 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 110 Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

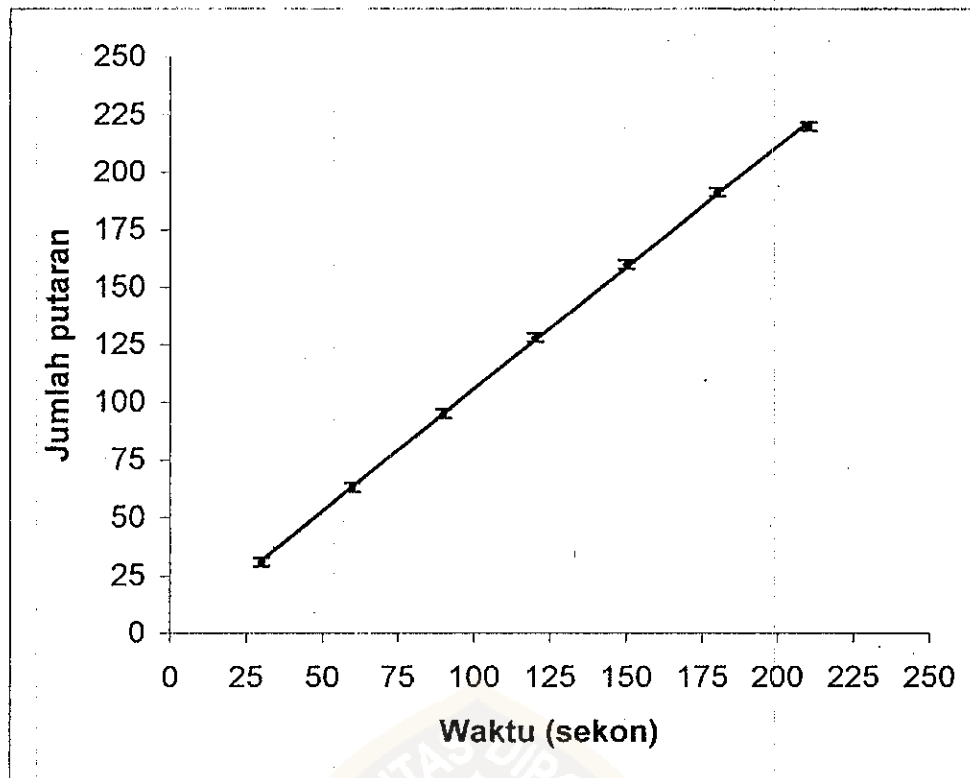
$$Y = 1,002X + 0,143$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 1,002 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 1,510. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 110 Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 1,002 putaran tiap detik.



Gambar C.3 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 120Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

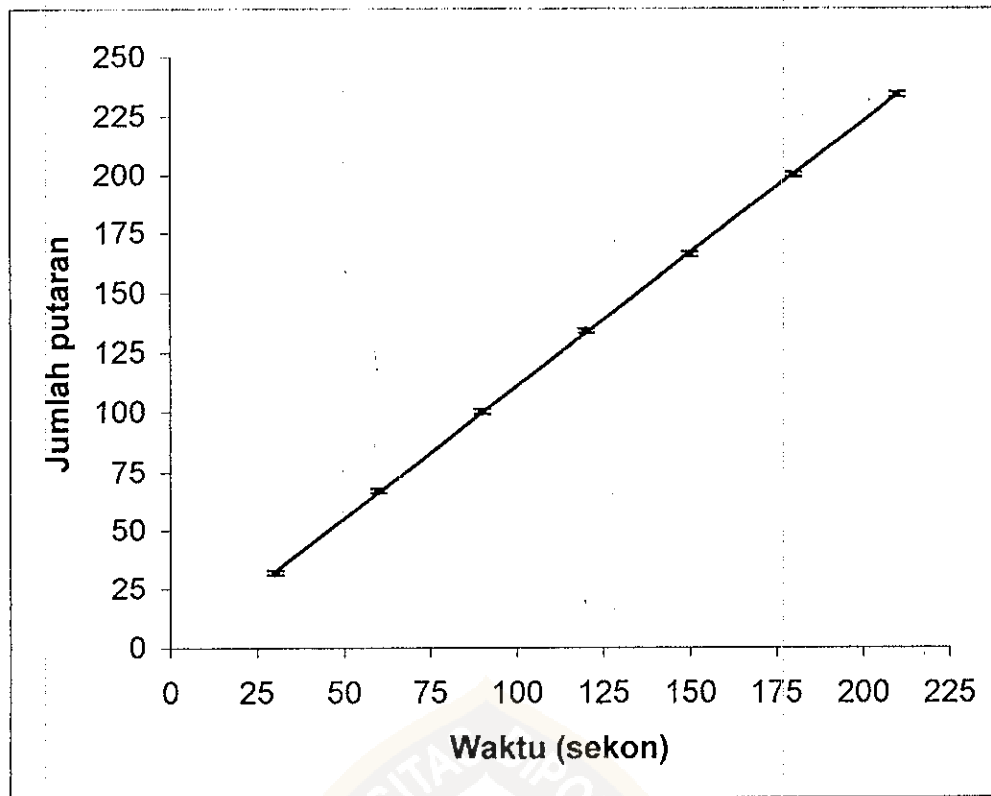
$$Y = 1,057X$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 1,057 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 0,940. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 120Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 1,057 putaran tiap detik.



Gambar C.4 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 130Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

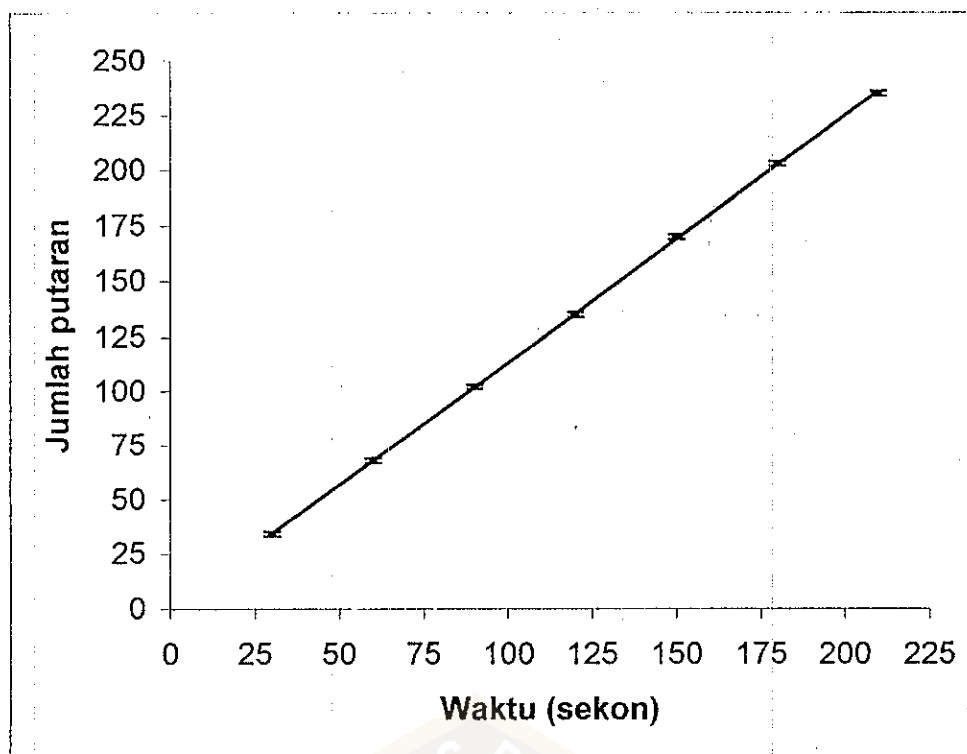
$$Y = 1,117X - 0,714$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 1,117 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 0,520. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 130Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 1,117 putaran tiap detik.



Gambar C.5 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 140 Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

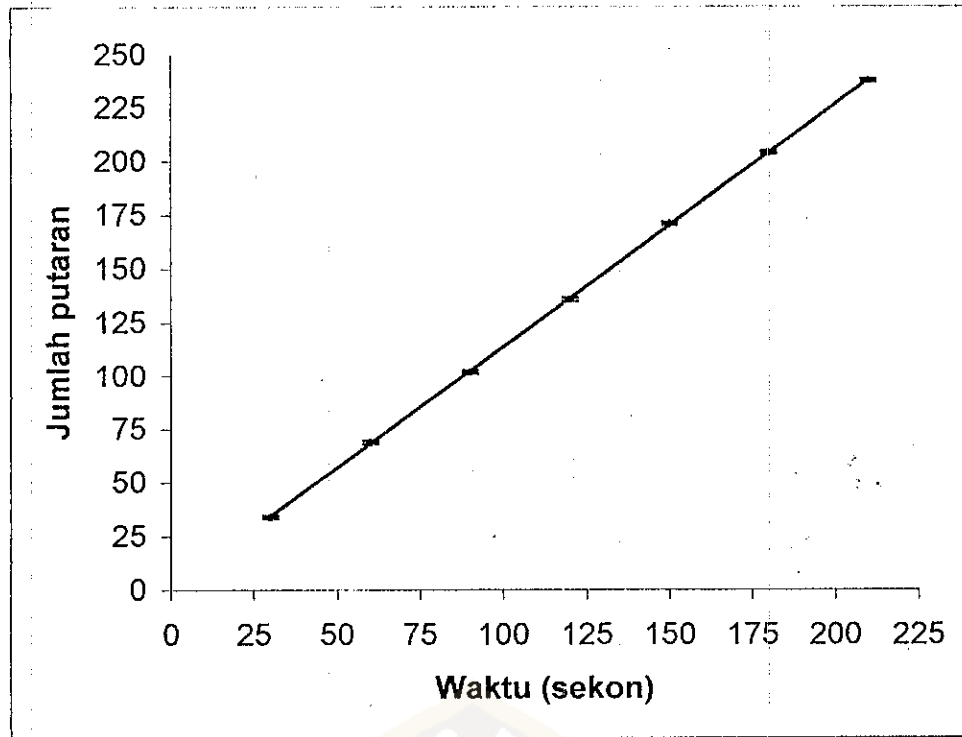
$$Y = 1,120X - 0,857$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 1,120 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 0,550. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 140 Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 1,120 putaran tiap detik.



Gambar C.6 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 150Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

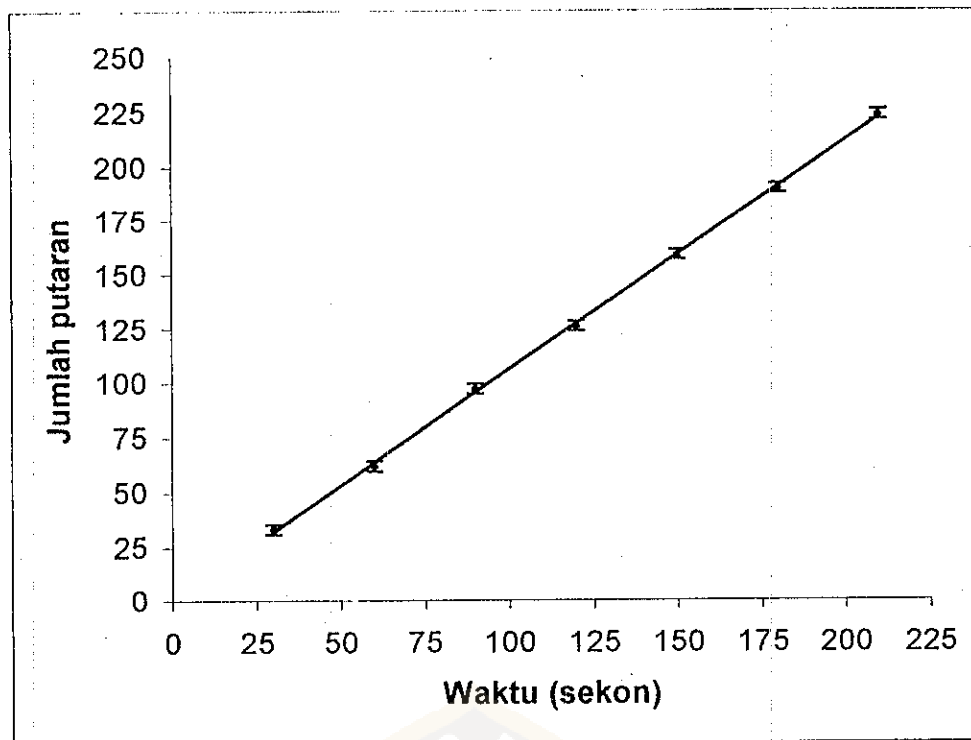
$$Y = 1,132X - 0,423$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 1,132 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 0,390. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 150Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 1,132 putaran tiap detik.



Gambar C.7 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 160Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

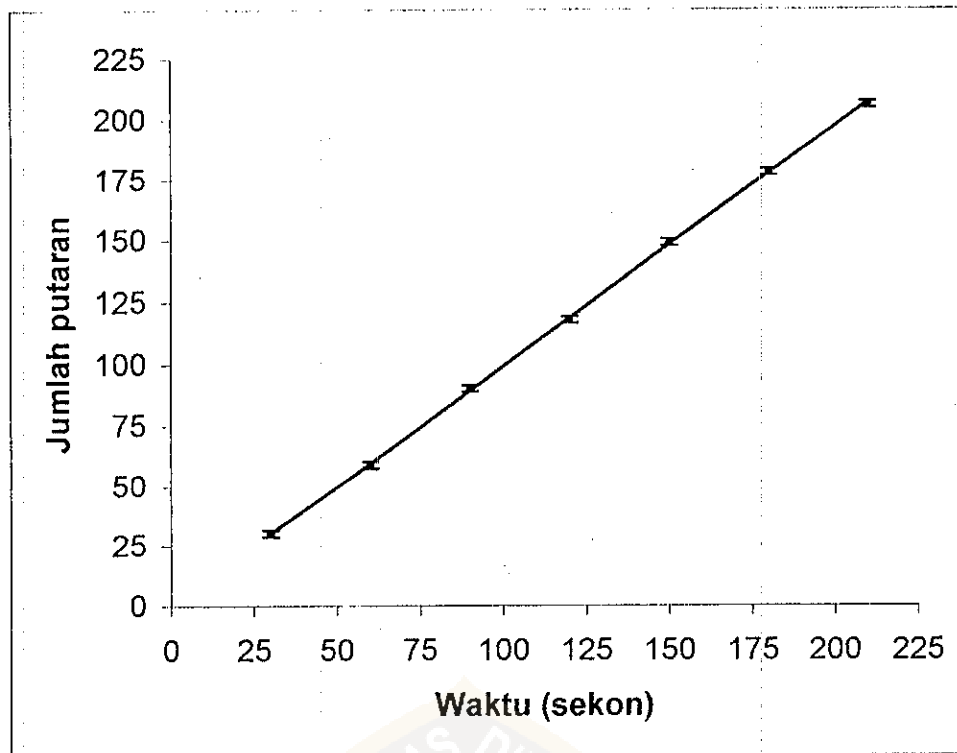
$$Y = 1,061X$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 1,061 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 1,140. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 160Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 1,061 putaran tiap detik.



Gambar C.8 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 170 Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

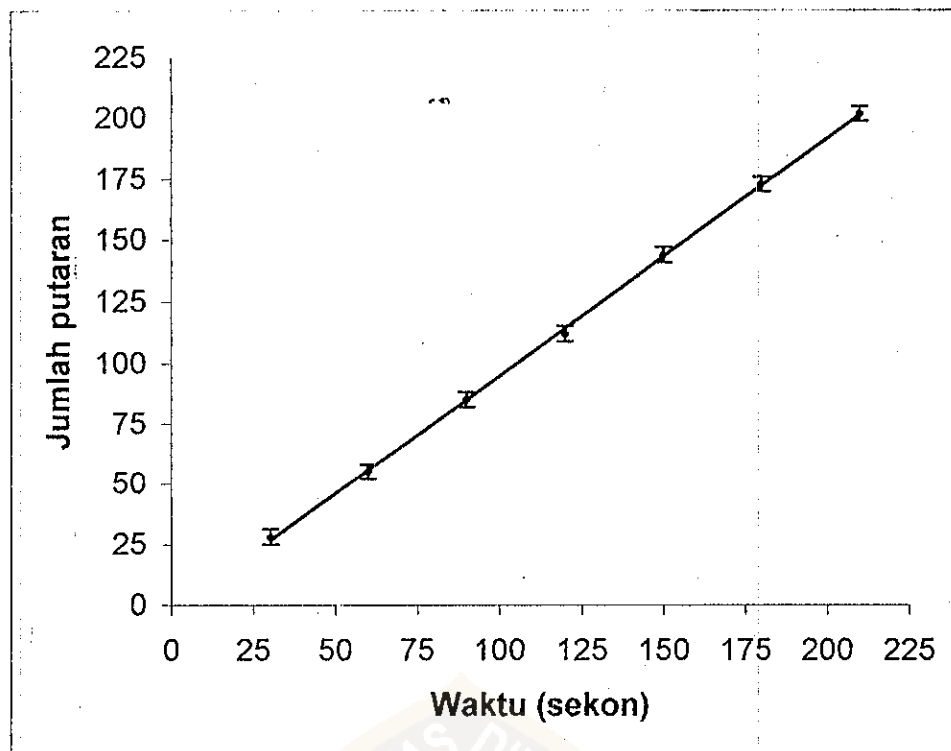
$$Y = 0,982X + 0,714$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 0,982 dengan simpangan rata-rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 0,673. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 170 Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 0,982 putaran tiap detik.



Gambar C.9 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 180 Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

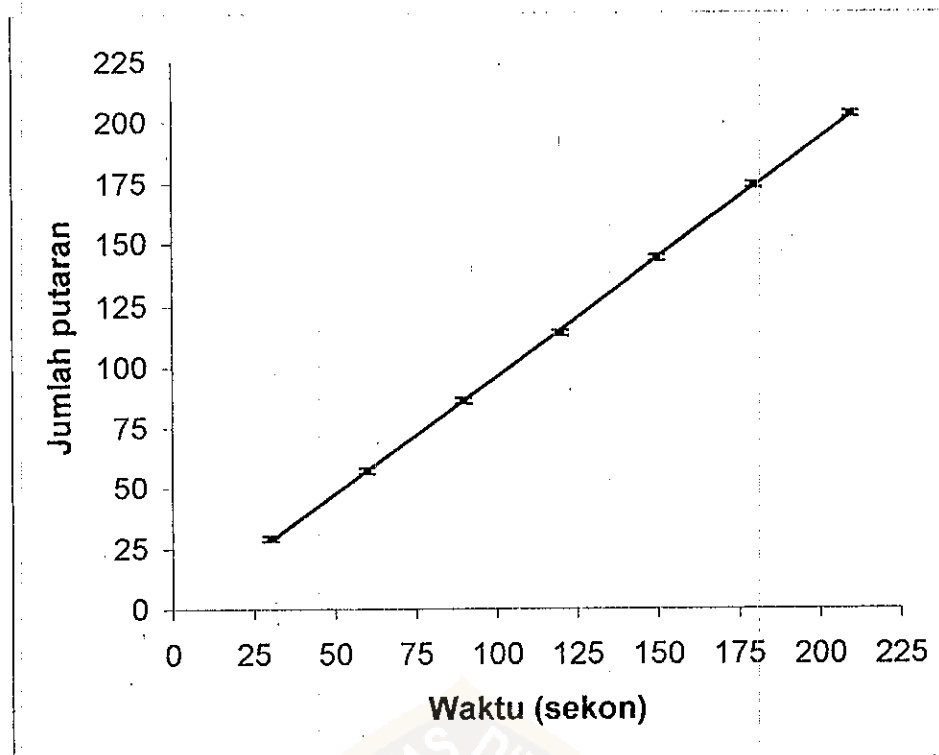
$$Y = 0,973X - 0,571$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 0,973 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 1,998. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 180 Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 0,973 putaran tiap detik.



Gambar C.10 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 190 Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

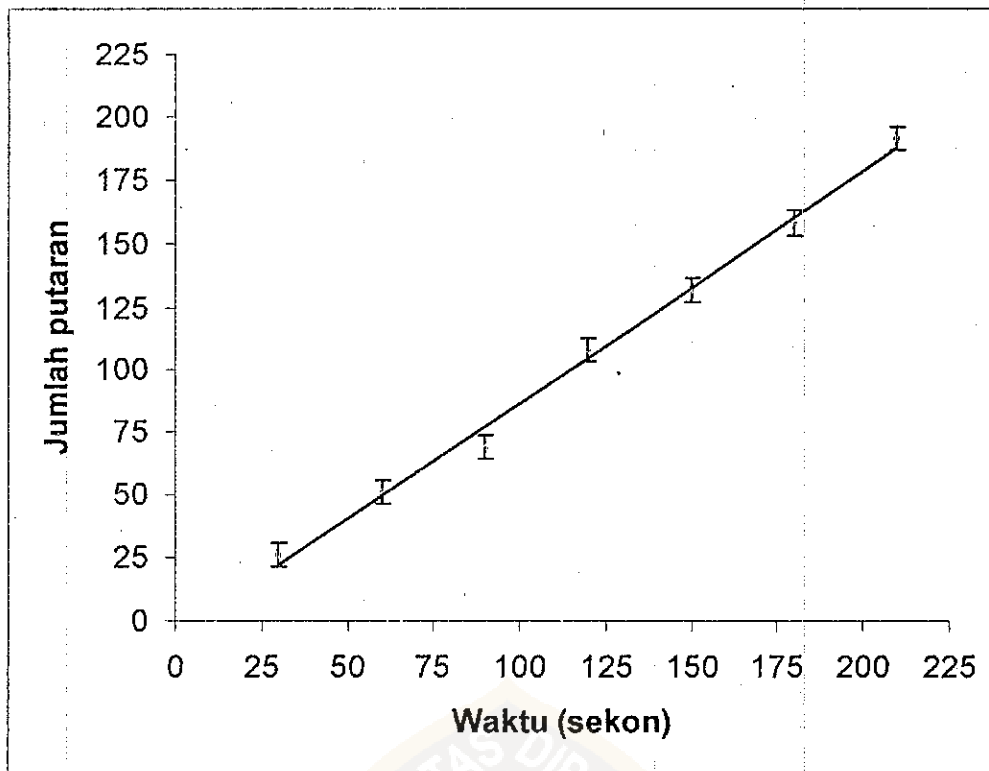
$$Y = 0,969X - 0,910$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 0,969 dengan simpangan rata – rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 0,854. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 190 Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 0,969 putaran tiap detik.



Gambar C.11 Hubungan waktu terhadap jumlah putaran motor pada tahanan 200Ω

Dari grafik diatas didapatkan hubungan persamaan :

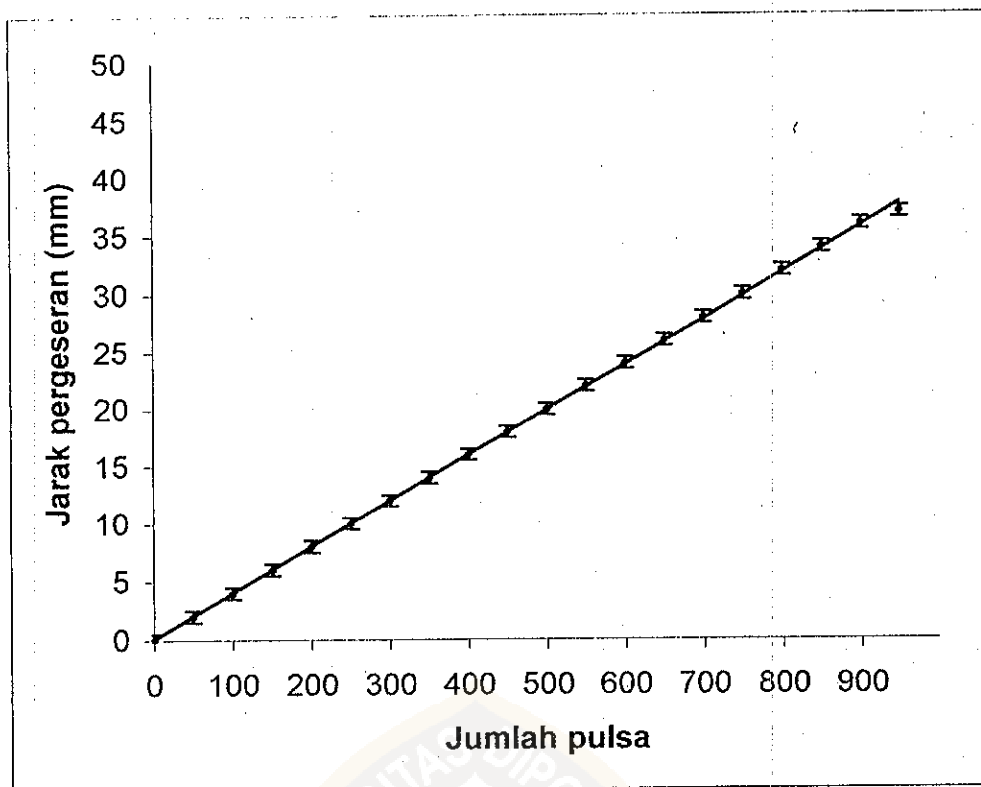
$$Y = 0,919X - 0,829$$

Dengan :

Y adalah jumlah putaran

X adalah waktu (sekon)

Persamaan diatas menghasilkan gradien garis sebesar 0,919 dengan simpangan rata-rata tiap titik terhadap persamaan garis liniernya sebesar 4,751. Hal ini berarti untuk tahanan terpasang 200Ω akan menghasilkan kecepatan putar motor rata-rata sebesar 0,919 putaran tiap detik.



Gambar C.12 Hubungan jumlah pulsa terhadap jarak pergeseran mekanik

Dari grafik diatas didapatkan persamaan garis :

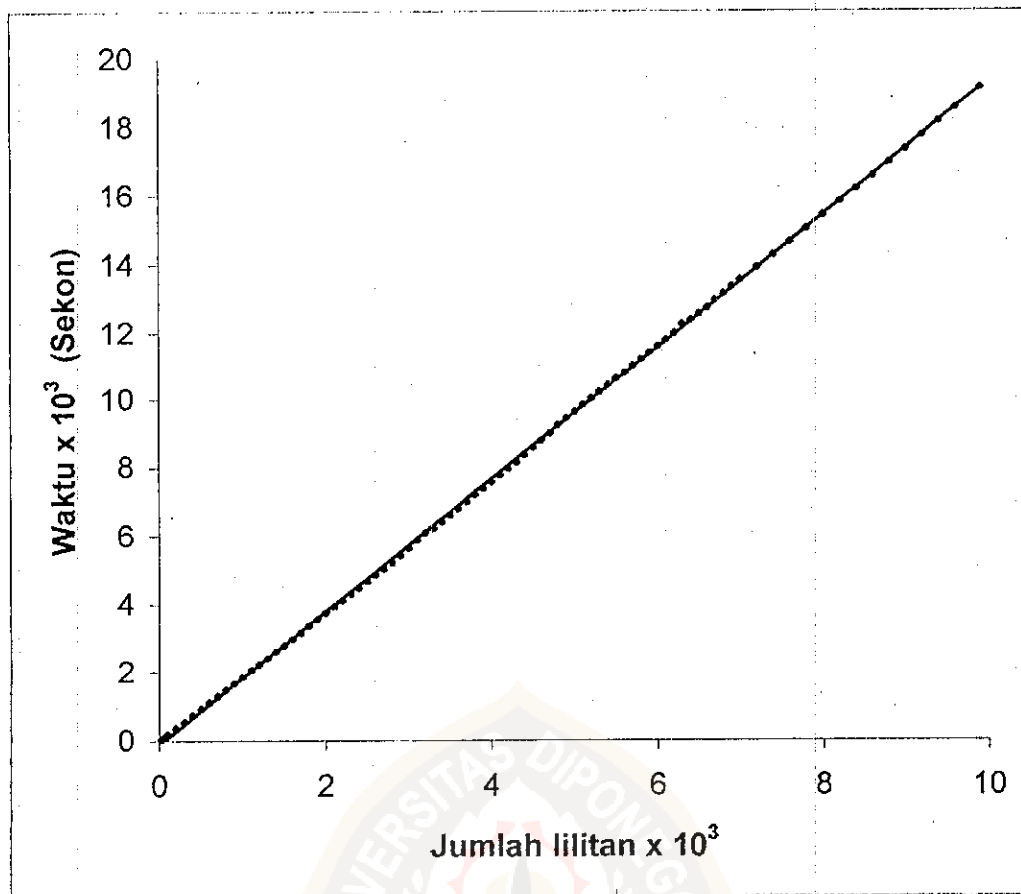
$$Y = 0,039X + 0,085$$

Dengan :

Y adalah jarak pergeseran (mm)

X adalah jumlah pulsa

Pengukuran pergeseran dilakukan tiap 50 pulsa masukan dengan ketelitian pengukuran 1 mm, sehingga simpangan pengukuran pergeserannya 0,5 mm tiap 50 pulsa



Gambar C.13 Hubungan jumlah lilitan terhadap waktu kerja sistem

Dari grafik diatas didapatkan persamaan garis :

$$Y = 1,95X - 0,11$$

Dengan :

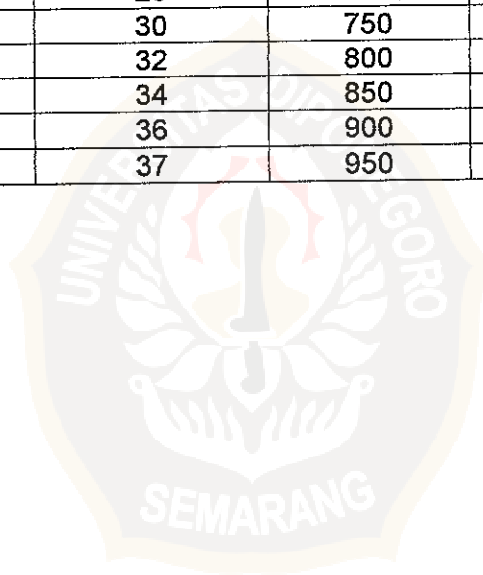
Y adalah waktu kerja sistem (sekon)

X adalah jumlah lilitan

Pencatatan waktu dilakukan tiap 100 lilitan dengan ketelitian stopwatch yang digunakan 0,1 sekon, sehingga simpangan nilai waktunya 0,05 sekon tiap penghitungan 100 lilitan.

Tabel D.1 Data pengukuran pergeseran sistem mekanik

No	Pergeseran kebawah		Pergeseran ke atas	
	Jumlah pulsa	Pergeseran (mm)	Jumlah pulsa	Pergeseran (mm)
1	0	0	0	0
2	50	2	50	2
3	100	4	100	4
4	150	6	150	6
5	200	8	200	8
6	250	10	250	10
7	300	12	300	12
8	350	14	350	14
9	400	16	400	16
10	450	18	450	18
11	500	20	500	20
12	550	22	550	22
13	600	24	600	24
14	650	26	650	26
15	700	28	700	28
16	750	30	750	30
17	800	32	800	32
18	850	34	850	34
19	900	36	900	36
20	950	37	950	37



Lampiran D
Data Pengujian dan Pengukuran

Tabel D.2 Data hasil pengujian penggulungan kumparan dengan diameter kawat 0,12 mm

No	Input	Cacah mikro	Cacah Hasil	Waktu
1	25	25	25	00 : 00 : 46,1
2	50	50	50	00 : 01 : 35,2
3	75	75	75	00 : 02 : 23,4
4	100	100	100	00 : 03 : 05,2
5	150	150	150	00 : 04 : 43,7
6	200	200	200	00 : 06 : 10,2
7	250	250	250	00 : 07 : 45,1
8	300	300	300	00 : 09 : 16,4
9	350	350	350	00 : 10 : 52,3
10	400	400	400	00 : 12 : 21,6
11	450	450	450	00 : 13 : 59,4
12	500	500	500	00 : 15 : 26,3
13	550	550	550	00 : 17 : 03,9
14	600	600	600	00 : 18 : 34,3
15	650	650	650	00 : 20 : 10,7
16	700	700	700	00 : 21 : 39,1
17	750	750	750	00 : 23 : 11,3
18	800	900	900	00 : 24 : 43,4
19	850	1000	1000	00 : 26 : 17,6
20	900	900	900	00 : 27 : 50,7
21	950	950	950	00 : 29 : 23,9
22	1000	1000	1000	00 : 30 : 57,1
23	1100	1100	1100	00 : 34 : 04,2
24	1200	1200	1200	00 : 37 : 0,8
25	1300	1300	1300	00 : 40 : 17,6
26	1400	1400	1400	00 : 43 : 24,4
27	1500	1500	1500	00 : 46 : 31,1
28	1600	1600	1600	00 : 49 : 37,3
29	1700	1700	1700	00 : 52 : 46,2
30	1800	1800	1800	00 : 55 : 53,9
31	1900	1900	1900	00 : 59 : 01,2
32	2000	2000	2000	01 : 02 : 04,2

Lampiran D
Data Pengujian dan Pengukuran

Tabel D.3 Data hasil pengujian penggulangan kumparan dengan diameter kawat 0,12 mm

No	Input	Cacah mikro	Cacah Hasil	Waktu
33	2100	2100	2100	01 : 05 : 16,1
34	2200	2200	2200	01 : 08 : 22,7
35	2300	2300	2300	01 : 11 : 30,8
36	2400	2400	2400	01 : 14 : 38,2
37	2500	2500	2500	01 : 17 : 45,4
38	2600	2600	2600	01 : 20 : 54,1
39	2700	2700	2700	01 : 24 : 01,8
40	2800	2800	2800	01 : 27 : 04,6
41	2900	2900	2900	01 : 30 : 28,4
42	3000	3000	3000	01 : 33 : 59,2
43	3100	3100	3100	01 : 38 : 02,4
44	3200	3200	3200	01 : 41 : 18,6
45	3300	3300	3300	01 : 43 : 36,2
46	3400	3400	3400	01 : 46 : 57,9
47	3500	3500	3500	01 : 50 : 01,6
48	3600	3600	3600	01 : 53 : 17,2
49	3700	3700	3700	01 : 56 : 43,4
50	3800	3800	3800	01 : 59 : 59,4
51	3900	3900	3900	02 : 03 : 03,2
52	4000	4000	4000	02 : 06 : 12,4
53	4100	4100	4100	02 : 09 : 33,8
54	4200	4200	4200	02 : 12 : 54,7
55	4300	4300	4300	02 : 16 : 04,5
56	4400	4400	4400	02 : 19 : 26,3
57	4500	4500	4500	02 : 22 : 53,2
58	4600	4600	4600	02 : 26 : 09,7
59	4700	4700	4700	02 : 29 : 46,4
60	4800	4800	4800	02 : 34 : 01,2
61	4900	4900	4900	02 : 37 : 18,6
62	5000	5000	5000	02 : 40 : 39,1
63	5100	5100	5100	02 : 43 : 56,4
64	5200	5200	5200	02 : 47 : 02,2

Lampiran D
Data Pengujian dan Pengukuran

Tabel D.4 Data hasil pengujian penggulangan kumparan dengan diameter kawat 0,12 mm

No	Input	Cacah mikro	Cacah Hasil	Waktu
65	5300	5300	5300	02 : 50 : 24,3
66	5400	5400	5400	02 : 53 : 46,6
67	5500	5500	5500	02 : 56 : 59,2
68	5600	5600	5600	03 : 00 : 01,3
69	5700	5700	5700	03 : 03 : 13,7
70	5800	5800	5800	03 : 06 : 37,4
71	5900	5900	5900	03 : 09 : 58,1
72	6000	6000	6000	03 : 13 : 12,3
73	6100	6100	6100	03 : 16 : 28,5
74	6200	6200	6200	03 : 19 : 49,2
75	6300	6300	6300	03 : 23 : 56,3
76	6400	6400	6400	03 : 26 : 01,8
77	6500	6500	6500	03 : 29 : 16,7
78	6600	6600	6600	03 : 32 : 03,3
79	6700	6700	6700	03 : 35 : 48,5
80	6800	6800	6800	03 : 39 : 02,4
81	6900	6900	6900	03 : 42 : 28,2
82	7000	7000	7000	03 : 45 : 53,4
83	7200	7200	7200	03 : 51 : 44,3
84	7400	7400	7400	03 : 57 : 58,2
85	7600	7600	7600	04 : 04 : 13,3
86	7800	7800	7800	04 : 10 : 42,6
87	8000	8000	8000	04 : 17 : 11,5
88	8200	8200	8200	04 : 23 : 33,7
89	8400	8400	8400	04 : 29 : 56,1
90	8600	8600	8600	04 : 36 : 14,6
91	8800	8800	8800	04 : 42 : 41,4
92	9000	9000	9000	04 : 49 : 01,8
93	9200	9200	9200	04 : 55 : 48,5
94	9400	9400	9400	05 : 02 : 14,2
95	9600	9600	9600	05 : 08 : 39,8
96	9900	9900	9900	05 : 18 : 43,6

Lampiran D
Data Pengujian dan Pengukuran

Tabel D.5 Data hasil pengujian penggulangan kumparan dengan diameter kawat 0,10 mm

No	Input	Cacah mikro	Cacah Hasil	Waktu
1	25	25	25	00 : 00 : 46,2
2	50	50	50	00 : 01 : 32,4
3	100	100	100	00 : 03 : 05,0
4	150	150	150	00 : 04 : 37,8
5	200	200	200	00 : 06 : 09,0
6	250	250	250	00 : 07 : 43,6
7	300	300	300	00 : 09 : 47,2
8	350	350	350	00 : 10 : 56,4
9	400	400	400	00 : 12 : 19,0
10	450	450	450	00 : 13 : 32,3
11	500	500	500	00 : 15 : 25,1
12	550	550	550	00 : 16 : 48,6
13	600	600	600	00 : 18 : 31,8
14	650	650	650	00 : 20 : 12,7
15	700	700	700	00 : 21 : 38,2
16	800	800	800	00 : 24 : 44,3
17	900	900	900	00 : 27 : 50,8
18	1000	1000	1000	00 : 30 : 56,8
19	1100	1100	1100	00 : 34 : 04,2
20	1200	1200	1200	00 : 37 : 10,3
21	1300	1300	1300	00 : 40 : 17,6
22	1400	1400	1400	00 : 43 : 25,4
23	1500	1500	1500	00 : 46 : 32,7
24	1600	1600	1600	00 : 49 : 39,3
25	1700	1700	1700	00 : 52 : 47,2
26	1800	1800	1800	00 : 56 : 24,8
27	1900	1900	1900	00 : 59 : 05,3
28	2000	2000	2000	01 : 02 : 10,2
29	2100	2100	2100	01 : 05 : 19,5
30	2200	2200	2200	01 : 08 : 27,6
31	2300	2300	2300	01 : 11 : 35,8
32	2400	2400	2400	01 : 14 : 43,5

Lampiran D
Data Pengujian dan Pengukuran

Tabel D.6 Data hasil pengujian penggulungan kumparan dengan diameter kawat 0,10 mm

No	Input	Cacah mikro	Cacah Hasil	Waktu
33	2500	2500	2500	01 : 17 : 49,8
34	2600	2600	2600	01 : 20 : 55,5
35	2700	2700	2700	01 : 23 : 59,8
36	2800	2800	2800	01 : 27 : 05,4
37	2900	2900	2900	01 : 30 : 11,3
38	3000	3000	3000	01 : 33 : 18,6
39	3100	3100	3100	01 : 36 : 29,1
40	3200	3200	3200	01 : 39 : 34,2
41	3300	3300	3300	01 : 42 : 39,8
42	3400	3400	3400	01 : 45 : 47,4
43	3500	3500	3500	01 : 48 : 53,6
44	3600	3600	3600	01 : 52 : 01,2
45	3700	3700	3700	01 : 55 : 09,8
46	3800	3800	3800	01 : 58 : 17,4
47	3900	3900	3900	02 : 01 : 04,3
48	4000	4000	4000	02 : 04 : 09,6
49	4100	4100	4100	02 : 07 : 16,5
50	4200	4200	4200	02 : 10 : 23,8
51	4300	4300	4300	02 : 13 : 29,1
52	4400	4400	4400	02 : 16 : 37,4
53	4500	4500	4500	02 : 19 : 44,8
54	4600	4600	4600	02 : 22 : 51,2
55	4700	4700	4700	02 : 25 : 59,8
56	4800	4800	4800	02 : 29 : 04,2
57	4900	4900	4900	02 : 32 : 09,8
58	5000	5000	5000	02 : 35 : 18,2
59	5100	5100	5100	02 : 38 : 26,4
60	5200	5200	5200	02 : 41 : 38,6
61	5300	5300	5300	02 : 44 : 49,2
62	5400	5400	5400	02 : 47 : 58,5
63	5500	5500	5500	02 : 51 : 06,2
64	5600	5600	5600	02 : 54 : 13,6

Lampiran D
Data Pengujian dan Pengukuran

Tabel D.7 Data hasil pengujian penggulungan kumparan dengan diameter kawat 0,10 mm

No	Input	Cacah mikro	Cacah Hasil	Waktu
65	5700	5700	5700	02 : 57 : 21,2
66	5800	5800	5800	03 : 00 : 30,4
67	5900	5900	5900	03 : 03 : 38,2
68	6000	6000	6000	03 : 06 : 49,3
69	6100	6100	6100	03 : 09 : 57,4
70	6200	6200	6200	03 : 13 : 09,6
71	6300	6300	6300	03 : 16 : 18,9
72	6400	6400	6400	03 : 19 : 27,3
73	6500	6500	6500	03 : 22 : 36,1
74	6600	6600	6600	03 : 25 : 44,5
75	6700	6700	6700	03 : 28 : 53,6
76	6800	6800	6800	03 : 32 : 01,2
77	6900	6900	6900	03 : 35 : 05,3
78	7000	7000	7000	03 : 38 : 12,1
79	7100	7100	7100	03 : 41 : 17,6
80	7200	7200	7200	03 : 44 : 23,3
81	7300	7300	7300	03 : 47 : 28,2
82	7400	7400	7400	03 : 50 : 34,7
83	7500	7500	7500	03 : 53 : 39,2
84	7600	7600	7600	03 : 56 : 46,1
85	7700	7700	7700	03 : 59 : 57,3
86	7800	7800	7800	04 : 03 : 01,2
87	7900	7900	7900	04 : 06 : 08,6
88	8000	8000	8000	04 : 09 : 13,8
89	8100	8100	8100	04 : 12 : 01,6
90	8200	8200	8200	04 : 15 : 24,2
91	8300	8300	8300	04 : 18 : 30,8
92	8400	8400	8400	04 : 21 : 37,3
93	8500	8500	8500	04 : 24 : 43,7
94	8600	8600	8600	04 : 27 : 48,9
95	8700	8700	8700	04 : 30 : 55,4
96	8800	8800	8800	04 : 34 : 01,3
97	9000	9000	9000	04 : 40 : 13,2
98	9200	9200	9200	04 : 46 : 29,8
99	9600	9600	9600	04 : 52 : 43,7
100	9900	9900	9900	04 : 59 : 02,4

Daftar komponen yang digunakan dalam perancangan

No	Daftar Komponen	Nilai komponen
1.	R1, R4, R7	100 Ω
2.	R2, R3, R5, R6, R8, R9	1K
3.	Q1, Q2, Q3	BC 107
4.	N1, N2, N3, N4, N5	7414
5.	C1, C2	33 pF
6.	Kristal	11.059 Mhz
7.	C3	10 μ F/16 V
8.	R10	8K2
9.	Saklar push-on	-
10.	IC1	AT89C51
11.	IC2, IC3	74245
12.	VR1, VR2	5K
13.	R11	5K6
14.	R12	4K7
15.	D1	IN4001
16.	Relai	-
17.	R13	220 Ω
18.	R14	100 – 200 Ω
19.	R15 ... R18, R27 ... R30	4K7
20.	Q4, Q9 ... Q12, Q17 ... Q20	BC 547
21.	Q5, Q13 ... Q16, Q21 .. Q24	TIP 126
22.	STEPPER 1	12V / 0,44 A
23.	STEPPER 2	9 V / 0,40 A
24.	D2 ... D7	IN 4002
25.	D8 ... D10	IN 4001
26.	IC4	555
27.	IC5	4017
28.	IC6	7812
29.	IC7	7809
30.	IC8	7805
31.	Q6 ... Q8	TIP 41
32.	C4	0,1 μ F / 16 V
33.	C5 ... C7	2200 μ F / 25 V
34.	C8 ... C10	470 μ F / 16 V
35.	C11 ... C13	100 nF
36..	T1	2 A / CT

Aplikasi persamaan dalam merancang sebuah trafo

Gaya gerak listrik (ε) yang dihasilkan akibat perubahan fluks :

$$\varepsilon_1 = 4,44 f n_1 \phi_m$$

$$\varepsilon_2 = 4,44 f n_2 \phi_m$$

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \approx \frac{n_1}{n_2} \quad (a)$$

Dengan :

f adalah Frekwensi listrik 220 V

n adalah Jumlah lilitan

ϕ_m adalah Fluks magnet

Dengan asumsi $\phi_1 = \phi_2$, maka $n_1 I_1 = n_2 I_2$, sehingga : $\frac{I_2}{I_1} \approx \frac{n_1}{n_2}$ (b)

Kedua persamaan diatas menghasilkan nilai : $\frac{\varepsilon_1 \cdot I_1}{\varepsilon_2 \cdot I_2} = 1$ (c)

Persamaan (c) merupakan persamaan ideal transformator.

Pada trafo ideal, salah satu cirinya ialah bahwa fluks ϕ timbul dengan sendirinya bila tegangan sebesar U_1 dipasangkan. Bila $I_2 = 0$, maka $I_1 = 0$ (untuk membentuk fluks tidak diperlukan suatu arus apapun). Dalam keadaan sebenarnya, hal ini tidak akan terjadi. Untuk membentuk fluks diperlukan arus yang diambil dari sumber U_1 Yang disebut dengan *arus magnetisasi atau arus beban nol* (I_0)

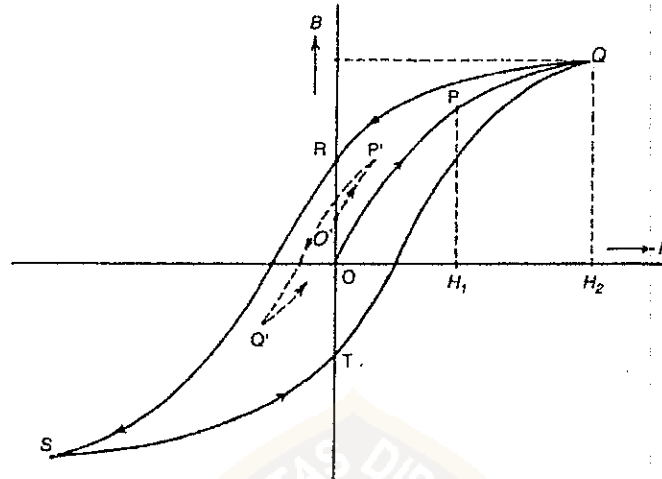
Nilai fluks tiap satuan luas penampang disebut dengan *induksi magnet* (B), sedangkan *kuat medan magnet* dalam suatu bahan adalah H yang dihubungkan oleh sebuah nilai yang disebut dengan *permeabilitas magnetis bahan* (μ)

$$B = \mu H \quad (d)$$

Dengan mengasumsikan bahwa induksi magnet B sepanjang penampang inti (A_{fe}) adalah sama. Akan diperoleh persamaan :

$$B = \frac{\Phi}{A_{fe}} \quad (e)$$

Meskipun dari persamaan (d) tampak B sebanding dengan H, tapi untuk bahan ferromagnetik, "konstanta", μ tidaklah konstan, karena μ tergantung juga pada keadaan awal edaran magnetis.



Besarnya nilai maksimum induksi magnet B_m dapat diperoleh dengan persamaan :

$$B_m = \frac{U_1}{4,44 f n_1 A_{fe}} \quad (f)$$

Dengan menggunakan persamaan (c), daya semu trafo dapat ditulis :

$$N_1 = 4,44 f n_1 B_m A_{fe} I_1 \quad (g)$$

Jika luas penampang kawat primer adalah q_1 , maka digunakan besaran padat arus $s = I_1/q_1$ dalam satuan A/mm^2 , maka persamaan menjadi :

$$N_1 = 4,44 f n_1 B_m A_{fe} q_1 s \quad (h)$$

Karena $n_1 I_1 = n_2 I_2$, maka jika diambil padat arus yang sama antara primer dan sekunder, akan diperoleh $n_1 q_1 s = n_2 q_2 s$, menjadi $n_1 q_1 = n_2 q_2$, sehingga dapat dituliskan :

$$n_1 q_1 = \frac{1}{2} (n_1 q_1 + n_1 q_1) \quad (i)$$

$$N_1 = 2,22 f B_m A_{fe} s (n_1 q_1 + n_2 q_2) \quad (j)$$

$(n_1 q_1 + n_2 q_2)$ tidak lain adalah luas ruang jendela inti yang akan ditempati oleh kumparan primer dan sekunder.

Persamaan (j) menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan akan sebanding dengan A_{fe} .

Langkah Perancangan Transformator

Yang harus diperhatikan :

- Bentuk dan ukuran inti
- Diameter kawat
- Jumlah N_p maupun N_s

Langkah merancang sebuah transformator:

- Menentukan daya trafo

Daya trafo ditentukan oleh kemampuan inti untuk menampung daya (A_{Fe})

$$N_i = \frac{N_1 + N_2}{2} \text{ (untuk trafo sungkup)}$$

- Pemilihan inti

$$K = 222 \cdot f \cdot B_m \cdot s \cdot c$$

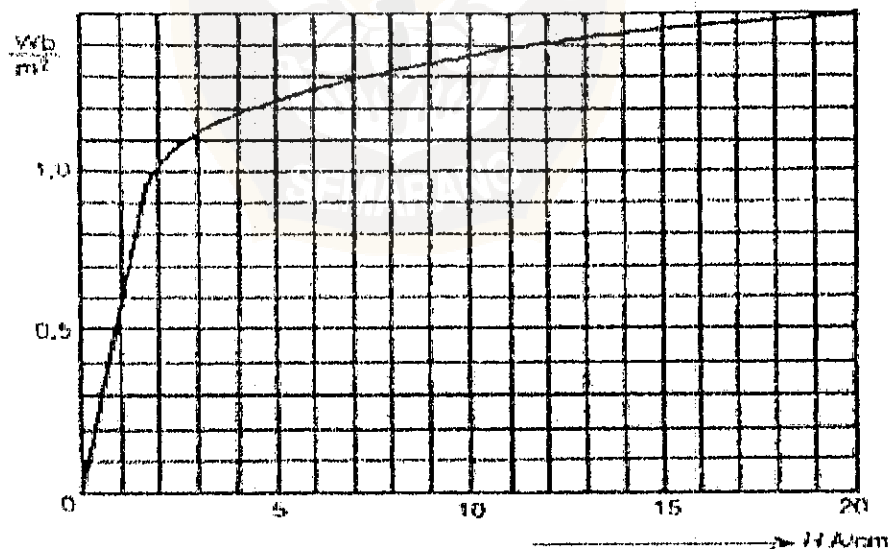
Dengan :

f adalah Frekwensi

B_m adalah Induksi maks. dalam inti yang diperkenankan

s adalah Padat arus (A/mm^2)

c adalah Faktor pengisian sebesar $\frac{n_1 A_{kwt1} + n_2 A_{kwt2}}{\Lambda_{int}}$



Grafik lengkung magnetisasi rata - rata

Untuk menghindari adanya arus magnetisasi yang terlalu besar maka B_m diambil antara $1,00 \dots 1,1 \text{ Wb/m}^2$. (lebih sederhana diambil 10^{-4} Wb/cm^2)

Luas inti dapat ditentukan melalui persamaan : $A_{fe} \approx \frac{\sqrt{N_i}}{\sqrt{k \cdot m}}$

Dengan :

N_i : Daya inti

m : Nilai kesebandingan A_{fe} terhadap A_{cu} (luas jendela)

Lebar kaki tengah sebaiknya sebesar $\sqrt{A_{fe}}$

3. Pemilihan kawat

Diameter kawat 0,05 mm sampai 1,5 mm disesuaikan dengan arus yang

mengalir melalui kawat dengan padat arus $s : \frac{I}{A_{kwt}} \text{ A/mm}^2$.

Secara umum s dipilih antara $1,5 \dots 5 \text{ A/mm}^2$.

Cara menentukan diameter kawat primer

$$I_1 = \frac{N_1}{\varepsilon_1}$$

$$A_{kwt1} = \frac{I_1}{s}$$

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{4}{\pi} A_{kwt1}}$$

$$I_2 = \frac{N_2}{\varepsilon_2}$$

$$A_{kwt2} = \frac{I_2}{s}$$

$$\phi_2 = \sqrt{\frac{4}{\pi} A_{kwt2}}$$

Dengan :

ϕ_1 dan ϕ_2 : Diameter kawat primer dan sekunder

4. Menentukan jumlah lilitan

$$n_1 = 45 \frac{\varepsilon_1}{A_{fe}}$$

Dengan memperhitungkan kerugian tegangan dalam keadaan terbeban, maka :

$$n_2 = 1,1 \times 45 \frac{\varepsilon_2}{A_{fe}}$$

5. Isolasi

Isolasi lapisan : Isolasi yang terletak diantara dua lapisan lilitan.

Isolasi kumparan : Isolasi yang memisahkan suatu kumparan dengan kumparan yang lain

Isolasi dasar : Isolasi kumparan untuk memisahkan lilitan suatu kumparan terhadap selongsong (koker).

$$n_x = yz$$

n_x = Jumlah lilitan total

y = Jumlah lapisan lilitan

z = Jumlah lilitan tiap lapisan

$$v = \frac{U_x}{y}$$

v = besarnya tegangan tiap lapisan

U_x = Tegangan kumparan

Tebal isolasi yang diperlukan tergantung :

- Besarnya tegangan antara dua lapisan ($2v$)
- Besarnya kawat yang digunakan (sebanding)

Diameter kawat	Tebal isolasi lapisan
0,1 mm kebawah	0,03 mm setiap $2v$
0,1 .. 0,5 mm	0,05 sampai 0,06 mm setiap $2v$
Diatas 0,5 mm	0,1 mm

6. Tebal gulungan

Untuk melihat apakah kumparan nantinya dapat masuk kedalam inti

a. Tebal selongsing (koker) mm

b. Tebal isolasi dasar mm

isolasi lapisan primer

= $(y_1 - 1) \times$ tebal isolasi lapisan mm

isolasi lapisan sekunder

= $(y_1 - 1) \times$ tebal isolasi lapisan mm

isolasi kumparan

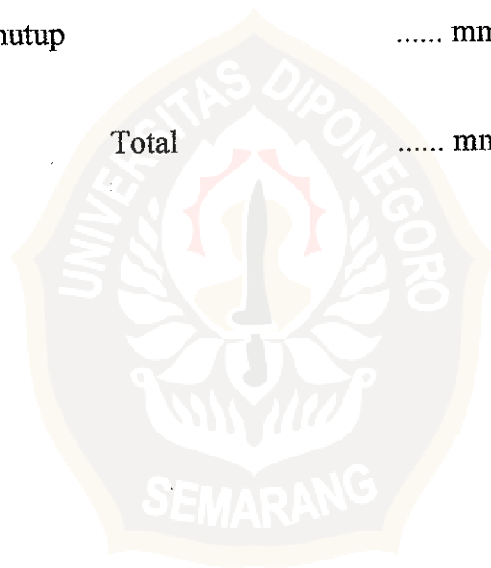
= $0,1 \times (U_1 \sqrt{2} + U_2 \sqrt{2}) / 250$ mm

c. Kawat primer $y_1 \times d_1$ mm

Sekunder $y_2 \times d_2$ mm

d. Lapisan penutup mm

Total mm < lebar jendela



Ukuran standart inti M

Type	x (cm)	y (cm)	b (cm)	x_z (cm)	y_z (cm)	A_{cu} (cm ²)	l_{fe} (cm)	Berat (gr)	Daya (Watt)
M20	2,0	2,0	0,5	1,3	0,4	0,5	4,6	22	0,06 – 0,1
M30	3,0	3,0	0,7	2,0	0,65	1,3	,0	47	0,24 – 0,5
M42	4,2	4,2	1,2	3,0	0,9	2,7	10,2	88	2 – 4,6
M55	5,5	5,5	1,7	3,8	1,05	4,0	13,0	160	8 – 18
M65	6,5	6,5	2,0	4,5	1,25	5,6	15,4	222	16 – 36
M74	7,4	7,4	2,3	5,1	1,4	7,1	17,5	295	28 – 63
M85	8,5	8,5	2,9	5,6	1,35	,6	19,8	418	70 – 150
M102	10,2	10,2	3,4	6,8	1,7	11,6	23,8	598	130 - 270

Ukuran standart inti EI

Type	x (cm)	y (cm)	b (cm)	x_z (cm)	y_z (cm)	A_{cu} (cm ²)	l_{fe} (cm)	Berat (gr)	Daya (Watt)
EI30	2,5	3,0	1,0	1,5	0,5	0,75	6,0	46	1 – 2
EI48	4,0	4,8	1,6	2,4	0,8	1,92	9,6	116	6,5 – 14
EI54	4,5	5,4	1,8	2,7	0,9	2,43	10,8	140	10 – 23
EI60	5,0	6,0	2,0	3,0	1,0	3,0	12,0	172	16 – 36
EI66	5,5	6,6	2,2	3,3	1,1	3,63	13,2	186	23 – 52
EI78	6,5	7,8	2,6	3,9	1,3	5,07	15,6	278	45 – 102
EI84	7,0	8,4	2,8	4,2	1,4	5,88	16,8	389	61 – 138
EI105	8,5	10,5	3,5	5,25	1,5	9,19	21,0	545	150 – 337
EI130	10,5	13,0	3,5	7,0	3,0	21,0	27,0	697	200 – 440
EI150	12,0	15,0	4,0	8,0	3,5	28,0	31,0	925	256 – 576
EI170	14,0	17,0	4,5	9,5	4,0	38,0	36,0	1200	410 – 920

Ukuran standart inti UI

Type	x(cm)	y (cm)	b (cm)	x_z (cm)	y_z (cm)	A_{cu} (cm ²)	l_{fe} (cm)	Berat (gr)	Daya (Watt)
UI30	5,0	3,0	1,0	3,0	1,0	3,00	12,0	85	3,3 – 7,4
UI39	6,5	3,9	1,3	3,9	1,3	5,07	15,6	143	9 – 20
UI48	8,0	4,8	1,6	4,8	1,6	7,68	19,2	218	21 – 47
UI60	10,0	6,0	2,0	6,0	2,0	12,00	24,0	340	52 – 117
UI70	12,0	7,2	2,4	,2	2,4	1,28	28,8	487	109 – 245
UI87	14,5	8,7	2,9	8,7	2,9	25,23	34,8	706	233 - 524

Keterangan :

A_{cu} = Luas jendela = $x_z \cdot y_z$

l_{fe} = panjang rata – rata edaran magnet

* = berat kira – kira per cm tebal tumpukan

Langkah Pengoperasian Sistem Pengkumpar Transformator

1. Hidupkan alat dengan menekan saklar pada posisi ON
2. Tunggu beberapa saat sampai muncul tampilan tulisan pada layar LCD
3. Atur posisi mekanik beserta penggeser kawat sehingga posisi kawat benar-benar lurus terhadap koker penggulung
4. Tekan tombol enter. Setelah itu akan muncul menu pilihan untuk proses penggulangan kumparan primer atau sekunder
5. Pilih salah satu dari kedua tampilan dengan menekan tombol set N_p atau set N_s .
6. Masukkan nilai jumlah lilitan yang diinginkan dengan angka 4 digit (N_p maksimum 9900, N_s maksimum 2880)
7. Pastikan jumlah lilitan yang diinginkan benar. Jika salah memasukkan jumlah lilitan, maka tekan tombol cancel untuk membatalkan kemudian masukkan jumlah lain yang diinginkan.
8. Jika jumlah lilitan yang diinginkan sudah pasti, maka tekan tombol enter untuk mulai melakukan proses penggulangan.
9. Sistem akan melakukan penggulangan sampai diperoleh jumlah lilitan yang sama dengan nilai yang diinginkan sambil mengatur posisi lilitan. Selama proses penggulangan tersebut waktunya dapat dimanfaatkan untuk melakukan aktifitas yang lain sehingga dalam waktu yang sama operator dapat melakukan dan menyelesaikan pekerjaan yang lain.