# LAMPIRAN A

## ( *SOURCE* PROGRAM UNTUK *SOFTWARE* ALGORITMA *SIMULATED ANNEALING* )

```
unit Proses;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;
type
TFormProses = class(Tform)
Panel2: TPanel;                    Splitter1: TSplitter;            SB: TScrollBar;
Label1: TLabel;                    Panel3: TPanel;                  CB: TComboBox;
Label2: TLabel;                    Label9: TLabel;                  Label15: TLabel;
Label3: TLabel;                    Label11: TLabel;                 Shape4: TShape;
Label4: TLabel;                    TMakespan: TEdit;                Shape5: TShape;
Label5: TLabel;                    TGenBest: TEdit;                 Shape6: TShape;
TT0: TEdit;                        Shape1: TShape;                  Label16: TLabel;
TTMin: TEdit;                      Label12: TLabel;                 Label17: TLabel;
TCR: TEdit;                        Shape2: TShape;                  Label18: TLabel;
TNRep: TEdit;                      Shape3: TShape;                  Waktu1: TEdit;
TParameter: TEdit;                 Label13: TLabel;                 Waktu2: TEdit;
PButton: TButton;                  Label14: TLabel;                 Waktu3: TEdit;
Panel1: TPanel;                    No1: TEdit;                      Waktu4: TEdit;
Label6: TLabel;                    No2: TEdit;                      Mulai1: TEdit;
Label7: TLabel;                    No3: TEdit;                      Mulai2: TEdit;
Label10: TLabel;                   No4: TEdit;                      Mulai3: TEdit;
TMesin: TEdit;                     Job1: TEdit;                     Mulai4: TEdit;
TJob: TEdit;                       Job2: TEdit;                     Akhir1: TEdit;
TCase: TEdit;                      Job3: TEdit;                     Akhir2: TEdit;
CButton: TButton;                  Job4: TEdit;                     Akhir3: TEdit;
Label8: TLabel;                    Operasi1: TEdit;                 Akhir4: TEdit;
LCase: TLabel;                     Operasi2: TEdit;                 Label20: TLabel;
BProses: TButton;                  Operasi3: TEdit;                 CB2: TComboBox;
BExit: TButton;                    Operasi4: TEdit;
procedure TCaseChange(Sender: TObject);
procedure TParameterChange(Sender: TObject);
procedure CButtonClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure TT0Change(Sender: TObject);
procedure TTMinChange(Sender: TObject);
procedure TCRChange(Sender: TObject);
procedure TNRepChange(Sender: TObject);
procedure PButtonClick(Sender: TObject);
procedure BExitClick(Sender: TObject);
procedure BProsesClick(Sender: TObject);
procedure CB2Change(Sender: TObject);
procedure CBChange(Sender: TObject);
procedure SBChange(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
Public
{ Public declarations }
end;
Type
ROperasiAssy = Record
NamaOperasi : String[30];
Mesin : String[30];
Waktu : Real;
JumPendahulu : Integer;
Pendahulu : Array[1..100] of String[30];
End;
SavePrd2 = Record
NamaProduk : String[30];
JumOperasi : Integer;
Operasi : Array[1..250] of ROperasiAssy;
End;
RTampilanJob = Record
Job : String;
Operasi : String;
Waktu : String;
WaktuMulai : String;
WaktuAkhir : String;
End;
RTampilanMesinKe = Record
JumlahOperasi : Integer;
JobOperasi : Array[1..150] of RTampilanJob;
End;
RTampilanMesin = Record
JumlahMesin : Integer;
Nama : String;
MesinKe : Array[1..20] of RTampilanMesinKe;
End;
RTampilan = Record
Mesin : Array[1..50] of RTampilanMesin;
End;
RAtribut = Record
Makespan : Real;
Temperatur : Real;
```

```
N : Integer;
End;
RJobPilihan = Record
Job : String[30];
Operasi : String[30];
PosisiTersedia : Integer;
End;
RChainMesin = Record
Mesin : String[30];
MesinKe : Array[1..20] of Integer;
End;
RChainJobOperasi = Record
JobKe : Integer;
Job : String[30];
OperasiKe : Integer;
Operasi : String[30];
Mesin : String[30];
MesinKe : Integer;
WaktuOperasi : Real;
WaktuMulai : Real;
WaktuAkhir : Real;
End;
RChain = Record
JobOperasi : Array[1..750] of
RChainJobOperasi;
Machine : Array[1..50] of RChainMesin;
JumlahOperasi : Integer;
JumlahOpTbnykPadaMesin : Integer;
MesinPilihan : String[30];
MesinKePilihan : Integer;
End;
RNetwork1 = Record
JobKe : Integer;
Job : String[30];
OperasiKe : Integer;
Operasi : String[30];
WaktuMulai : Real;
WaktuAkhir : Real;
WaktuOperasi : Real;
Mesin : String[30];
MesinKe : Integer;
Assigned : Integer;
Assigned2 : Integer;
End;
RNetwork = Record
Pendahulu : Array[1..50] of RNetwork1;
JobKe : Integer;
Job : String[30];
OperasiKe : Integer;
Operasi : String[30];
WaktuMulai : Real;
WaktuAkhir : Real;
WaktuOperasi : Real;
JumPendahulu : Integer;
JumDumy : Integer;
JumDumy2 : Integer;
Assigned : Integer;
Assigned2 : Integer;
Mesin : String[30];
MesinKe : Integer;
RMesin = Record
JumMesin : Integer;
Mesin : Array[1..100] of String[30];
End;
RJadwalAktif=Record
JobKe : Integer;
Job : String[30];
OperasiKe : Integer;
Operasi : String[30];
Mesin : String[30];
Cj : Real;
Tj : Real;
Rj : Real;
End;
RMakespanMesin = Record
Mesin : String[30];
Makespan : Real;
End;
RSchedMesin3 = Record
JobKe : Integer;
Job : String[30];
OperasiKe : Integer;
Operasi : String[30];
WaktuMulai : Real;
WaktuAkhir : Real;
WaktuOperasi : Real;
End;
RSchedMesin2 = Record
Makespan : Real;
JumlahOperasi : Integer;
JobOperasi : Array[1..150] of
RSchedMesin3;
End;
RSchedMesin = Record
Mesin : String[30];
JumMesin : Integer;
MesinKe : Array[1..20] of RSchedMesin2;
End;
RParameter = Record
T0 : Real;
TMin : Real;
CR : Real;
NRep : Integer;
End;
ROperasi = Record
Nama : String[30];
Waktu : Real;
WaktuMulai : Real;
WaktuAkhir : Real;
Mesin : String[30];
MesinKe : Integer;
OperasiKe : Integer;
Assign : Integer;
End;
RJob = Record
Nama : String[30];
JumOperasi : Integer;
Operasi : Array[1..250] of ROperasi;
End;
RCase = Record
JumJob : Integer;
Job : Array[1..150] of RJob;
End;
JumTiapMesin : Array[1..100] of Integer;
End;
var
FormProses: TFormProses;
Parameter : RParameter;
FParameter : File Of RParameter;
Kasus,Kasus2,KasusTemp,KasusA0,Kasus3,KasusAssy,KasusAssy2 : RCase;
FKasus : FIle of RCase;
Mesin : RMesin;
FMesin : File of RMesin;
Scheduling,Scheduling2,SchedulingTerbaik,SchedulingA0,Scheduling3 : Array [1..100] of
RSchedMesin;
Atribut,Atribut2,AtributTerbaik,AtributA0,Atribut3 : RAtribut;
MakespanCtr : Array [1..50,1..50] of Integer;
MakespanMesin : Array[1..50] of RMakespanMesin;
AssignedJob : Array[1..100] of Integer;
JadwalAktif : Array[1..100] of RJadwalAktif;
JadwalAktifTemp : RjadwalAktif;
JumOperasiJadwalAktif : Integer;
Network : Array[1..1000] of RNetwork;
JumlahNetwork,JumlahNetworkDumy : Integer;
ChainMesin : Array[1..50] of RChainMesin;
JobOperasi : Array[1..750] of RChainJobOperasi;
Chain,Chainx,Chain2 : RChain;
Ada : Integer;
JumlahPengikut : Integer;
JumlahChain : Integer;
FChain,FChain2 : File of RChain;
Berhasil : Integer;
JumlahOperasiTerbanyak : Integer;
```

```
JumlahAcak,Dipilih : Integer;
PosisiTersedia,Dicari : Integer;
JobPilihanTukar : RJobpilihan;
MesinTerpilih : String[30];
RjTerpilih : Real;
MesinKeTerpilih : Integer;
MakespanTerpilih : Real;
MesinTukar,MesinKeTukar,OperasiKeTukar : Integer;
MesinTukar2,MesinKeTukar2,OperasiKeTukar2 : Integer;
JobOperasiDumy : RSchedMesin3;
i,j,k,l,m,n,kk,ll : integer;
OKTukar,zz, jj,jjj,iii : integer;
ki,kj,kl : integer;
TidakSama,TidakSama2,AdaStrip,PutarTerus,JobTest,OperasiTest : integer;
KataKata1,KataKata2,KataKata3 : String;
PengikutTerjadwalkan : integer;
JumlahJobOperasi, JumlahJobOperasi2, JumlahJobOperasiDumy : integer;
DumyString,DumyText : String;
TemperaturJalan : Real;
NJalan,NJalan2 : Integer;
Validitas,ValiditasOK : Integer;
BilanganAcak : Real;
Pembanding : Real;
JobAwal : RjobPilihan;
JobAkhirnyaDitukar : RJObPilihan;
HasilRandom : Integer;
MaksimalChain : Real;
Assembly : Array[1..150] of SavePrd2;
FSaveProduk2 : File of SavePrd2;
JumlahJobOperasiAssy : Integer;
JumlahAssy : Integer;
JobTukar1 : Array[1..20001] of RChainJobOperasi;
JobTukar2 : Array[1..20001] of RChainJobOperasi;
JumlahPertukaran : Integer;
Tampilan : RTampilan;
MesinTerpilih2,MesinKeTerpilih2 : Integer;
Click1,Click2 : Integer;
Test,Test2 : Text;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TFormProses.BExitClick(Sender: TObject);
begin
Close;
end;
procedure TFormProses.BProsesClick(Sender: TObject);
begin
SB.Position:=1;                  Job3.Text:='';                  Mulai1.Text:='';
SB.Enabled:=False;               Job4.Text:='';                  Mulai2.Text:='';
CB.Text:='';                     Operasi1.Text:='';              Mulai3.Text:='';
CB2.Text:='';                    Operasi2.Text:='';              Mulai4.Text:='';
No1.Text:='';                    Operasi3.Text:='';              Akhir1.Text:='';
No2.Text:='';                    Operasi4.Text:='';              Akhir2.Text:='';
No3.Text:='';                    Waktu1.Text:='';                Akhir3.Text:='';
No4.Text:='';                    Waktu2.Text:='';                Akhir4.Text:='';
Job1.Text:='';                   Waktu3.Text:='';                CB.Items.Clear;
Job2.Text:='';                   Waktu4.Text:='';                CB2.Items.Clear;

{for i := 1 to KasusAssy.JumJob do
Kasus.Job[Kasus.JumJob+i]:=KasusAssy.Job[i];
Kasus.JumJob:=Kasus.JumJob+KasusAssy.JumJob;}
{System.Assign(Test,'Temp\Assy.txt');
System.Rewrite(Test);
for i := 1 to Kasus.JumJob do
Begin
DumyText:=Kasus.Job[i].Nama;
System.Append(Test);
Writeln(Test,DumyText);
DumyText:='';
for j := 1 to Kasus.Job[i].JumOperasi do
Begin
DumyText:=Kasus.Job[i].Operasi[j].Nama;
Str(Kasus.Job[i].Operasi[j].Waktu:0:2,DumyString);
DumyText:=DumyText+';'+DumyString+';'+Kasus.Job[i].Operasi[j].Mesin+';';
for k := 1 to Assembly[i].Operasi[j].JumPendahulu do
DumyText:=DumyText+Assembly[i].Operasi[j].Pendahulu[k]+';';
System.Append(Test);
Writeln(Test,DumyText);
End;
End;
System.Close(Test); }
Kasus2:=Kasus;
for i:=1 to Mesin.JumMesin Do Scheduling2[i]:=Scheduling[i];
Atribut2:=Atribut;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
Begin
Scheduling2[i].Mesin:=Mesin.Mesin[i];
Scheduling2[i].JumMesin:=Mesin.JumTiapMesin[i];
MakespanMesin[i].Mesin:=Mesin.Mesin[i];
MakespanMesin[i].Makespan:=0;
End;
for i := 1 to Kasus.JumJob do AssignedJob[i]:=0;
```

```
{Solusi Awal - Menghitung Jumlah Operasi yang harus dijadwalkan}
JumlahJobOperasi:=0;
for i := 1 to Kasus.JumJob do JumlahJobOperasi:=JumlahJobOperasi+Kasus.Job[i].JumOperasi;
JumlahJobOperasi2:=JumlahJobOperasi;
for i := 1 to Kasus.JumJob do AssignedJob[i]:=0;
Untuk Test Jadwal Aktif}
System.Assign(Test,'Temp\SolusiAwal.TXT');      System.Close(Test);
System.Rewrite(Test);                           System.Assign(Test,'Temp\JobTukar.TXT');
System.Close(Test);                             System.Rewrite(Test);
System.Assign(Test,'Solusi\Summary.TXT');       System.Close(Test);
System.Rewrite(Test);
{Solusi Awal - Mencari Solusi Awal}
while JumlahJobOperasi>0 do
Begin
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j:=1 to Mesin.JumMesin do
if MakespanMesin[i].Mesin=Scheduling2[j].Mesin then
Begin
MakespanMesin[i].Makespan:=Scheduling2[j].MesinKe[1].Makespan;
for k := 2 to Scheduling2[j].JumMesin do
if Scheduling2[j].MesinKe[k].Makespan<MakespanMesin[i].Makespan then
MakespanMesin[i].Makespan:=Scheduling2[j].MesinKe[k].Makespan;
Break;
End;
JumOperasiJadwalAktif := 0;
for i := 1 to Kasus.JumJob do
Begin
ValiditasOK:=1;
for j := 1 to Assembly[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].JumPendahulu do
Begin
for k := 1 to Kasus.JumJob do
if Assembly[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Pendahulu[j]=Kasus.Job[k].Nama then
Begin
if Kasus2.Job[k].Operasi[Kasus2.Job[k].JumOperasi].Assign<>1 then ValiditasOK:=0;
Break;
End;
if ValiditasOK=0 then Break;
End;
if (AssignedJob[i]<Kasus.Job[i].JumOperasi) and (ValiditasOK=1) then
Begin
JumOperasiJadwalAktif:=JumOperasiJadwalAktif+1;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].JobKe:=i;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].OperasiKe:=AssignedJob[i]+1;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Job:=Kasus.Job[i].Nama;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Operasi:=Kasus.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Nama;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Tj:=Kasus.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Waktu;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Mesin:=Kasus.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Mesin;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=0; k:=1;
for j := 1 to Assembly[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].JumPendahulu do
Begin
for k := 1 to Kasus2.JumJob do
if Kasus2.Job[k].Nama=Assembly[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Pendahulu[j] then
Begin
If
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj<Kasus2.Job[k].Operasi[Kasus2.Job[k].JumOperasi].WaktuAk
hir
then
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=Kasus2.Job[k].Operasi[Kasus2.Job[k].JumOperasi].WaktuA
khir;
Break;
End;
End;
if AssignedJob[i]=0 then
for j := 1 to Mesin.JumMesin do
if JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Mesin=MakespanMesin[j].Mesin then
Begin
if JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj<MakespanMesin[j].Makespan then
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=MakespanMesin[j].Makespan;
Break;
End;
{JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=0;}
if AssignedJob[i]>0 then
if JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj<Kasus2.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]].WaktuAkhir
thenJadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=Kasus2.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]].WaktuAkhir;
for j := 1 to Mesin.JumMesin do
if JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Mesin=MakespanMesin[j].Mesin then
Begin
if MakespanMesin[j].Makespan>JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj then
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=MakespanMesin[j].Makespan;
Break;
End;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Rj:=JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj+JadwalAktif[JumO
perasiJadwalAktif].Tj;
End;
End;
for i := 1 to JumOperasiJadwalAktif -1  do
for j := i+1 to JumOperasiJadwalAktif do
if JadwalAktif[i].Rj>JadwalAktif[j].Rj then
Begin
JadwalAktifTemp:=JadwalAktif[i];                    JadwalAktif[j]:=JadwalAktifTemp;
JadwalAktif[i]:=JadwalAktif[j];
```

```
End;
MesinTerpilih := JadwalAktif[1].Mesin;
RjTerpilih := JadwalAktif[1].Rj;
for i := 1 to JumOperasiJadwalAktif -1  do
for j := i+1 to JumOperasiJadwalAktif do
if (JadwalAktif[i].Cj>JadwalAktif[j].Cj) or ((JadwalAktif[i].Cj=JadwalAktif[j].Cj) and
(JadwalAktif[i].Tj>JadwalAKtif[j].Tj)) then
Begin
JadwalAktifTemp:=JadwalAktif[i];                    JadwalAktif[j]:=JadwalAktifTemp;
JadwalAktif[i]:=JadwalAktif[j];
End;
{Test Jumlah Operasi di Jadwal Aktif}
System.Assign(Test,'Temp\SolusiAwal.TXT');          for i := 1 to JumOPerasiJadwalAktif do
System.Append(Test);
Begin
Write(Test,JadwalAktif[i].Job+';'+JadwalAktif[i].Operasi+';'+JadwalAktif[i].Mesin+';');
Str(JadwalAktif[i].Cj:0:2,DumyString);              Write(Test,DumyString+';');
Write(Test,DumyString+';');                         Str(JadwalAktif[i].Rj:0:2,DumyString);
Str(JadwalAktif[i].Tj:0:2,DumyString);              Writeln(Test,DumyString+';');
End;
Writeln(Test);
System.Close(Test);
for i := 1 to JumOperasiJadwalAktif do
if (JadwalAktif[i].Mesin=MesinTerpilih) and (JadwalAktif[i].Rj=RjTerpilih) then
Begin
System.Assign(Test,'Temp\SolusiAwal.TXT');
System.Append(Test);
Writeln(Test,JadwalAktif[i].Job+';'+JadwalAktif[i].Operasi);
System.Close(Test);
AssignedJob[JadwalAktif[i].JobKe]:=AssignedJob[JadwalAktif[i].JobKe]+1;
for j := 1 to Mesin.JumMesin do
if Scheduling2[j].Mesin=MesinTerpilih then
Begin
for k := 1 to Scheduling2[j].JumMesin do
Begin
if k=1 then
Begin
MesinKeTerpilih := 1;
MakespanTerpilih := Scheduling2[j].MesinKe[1].Makespan;
End;
if (k>1) and (Scheduling2[j].MesinKe[k].Makespan<MakespanTerpilih) Then
Begin
MesinKeTerpilih := k;
MakespanTerpilih := Scheduling2[j].MesinKe[k].Makespan;
End;
End;
if (AssignedJob[jadwalAktif[i].JobKe]>1) and
(Kasus2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[AssignedJob[jadwalAktif[i].JobKe]-
1].WaktuAkhir>MakespanTerpilih) Then
MakespanTerpilih
:=Kasus2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[AssignedJob[jadwalAktif[i].JobKe]-1].WaktuAkhir;
for kk := 1 to Assembly[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].JumPendahulu
do
Begin
for ll := 1 to Kasus2.JumJob do
if
Kasus2.Job[ll].Nama=Assembly[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].Pendahul
u[kk] then
Begin
if MakespanTerpilih<Kasus2.Job[ll].Operasi[Kasus2.Job[ll].JumOperasi].WaktuAkhir then
MakespanTerpilih:=Kasus2.Job[ll].Operasi[Kasus2.Job[ll].JumOperasi].WaktuAkhir;
Break;
End;
End;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JumlahOperasi:=Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih
].JumlahOperasi+1;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].JobKe:=JadwalAktif[i].JobKe;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].Job:=JadwalAktif[i].Job;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].OperasiKe:=JadwalAktif[i].OperasiKe;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].Operasi:=JadwalAktif[i].Operasi;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].WaktuOperasi:=JadwalAktif[i].Tj;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].WaktuMulai:=MakespanTerpilih;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].WaktuAkhir:=MakespanTerpilih+JadwalAktif[i].Tj;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Makespan:=MakespanTerpilih+JadwalAktif[i].Tj;
Kasus2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].WaktuMulai:=MakespanTerpil
ih;
Kasus2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].WaktuAkhir:=MakespanTerpil
ih+JadwalAktif[i].Tj;
Kasus2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].Assign:=1;
Kasus2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].MesinKe:=MesinKeTerpilih;
     JumlahJobOperasi:=JumlahJobOperasi-1;
       Break;
       End;
       Break;
```

```
      End;
     End;
     {System.Assign(Test,'Temp\Jadwal.txt');
     Rewrite(Test);
     for i := 1 to Kasus2.JumJob do
     Begin
Str(Kasus2.Job[i].Operasi[Kasus2.Job[i].JumOperasi].WaktuAkhir:0:2,DumyString);
DumyString:=Kasus2.Job[i].Nama+';'+DumyString;
System.Append(Test);
Writeln(Test,DumyString);
End;
System.Close(Test);}
{for i := 1 to Kasus.JumJob do AssignedJob[i]:=0;
KasusAssy2:=KasusAssy;
JumlahJobOperasi:=JumlahJobOperasiAssy;
while JumlahJobOperasi>0 do
Begin
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j:=1 to Mesin.JumMesin do
if MakespanMesin[i].Mesin=Scheduling2[j].Mesin then
Begin
MakespanMesin[i].Makespan:=Scheduling2[j].MesinKe[1].Makespan;
for k := 2 to Scheduling2[j].JumMesin do
if Scheduling2[j].MesinKe[k].Makespan<MakespanMesin[i].Makespan then
MakespanMesin[i].Makespan:=Scheduling2[j].MesinKe[k].Makespan;
Break;
End;
JumOperasiJadwalAktif := 0;
for i := 1 to KasusAssy.JumJob do
Begin
if AssignedJob[i]<KasusAssy.Job[i].JumOperasi then
Begin
JumOperasiJadwalAktif:=JumOperasiJadwalAktif+1;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].JobKe:=i;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].OperasiKe:=AssignedJob[i]+1;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Job:=KasusAssy.Job[i].Nama;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Operasi:=KasusAssy.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Nama;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Tj:=KasusAssy.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Waktu;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Mesin:=KasusAssy.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Mesin;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=0; k:=1;
for j := 1 to Assembly[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].JumPendahulu do
Begin
for k := 1 to Kasus2.JumJob do
if Kasus2.Job[k].Nama=Assembly[i].Operasi[AssignedJob[i]+1].Pendahulu[j] then
Begin
ifJadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj<Kasus2.Job[k].Operasi[Kasus2.Job[k].JumOperasi].Waktu
Akhir then
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=Kasus2.Job[k].Operasi[Kasus2.Job[k].JumOperasi].WaktuA
khir;
Break;
End;
End;
if AssignedJob[i]=0 then
for j := 1 to Mesin.JumMesin do
if JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Mesin=MakespanMesin[j].Mesin then
Begin
if JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj<MakespanMesin[j].Makespan then
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=MakespanMesin[j].Makespan;
 Break;
End;
if AssignedJob[i]>0 then
if JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj<KasusAssy2.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]].WaktuAkhir
then
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=KasusAssy2.Job[i].Operasi[AssignedJob[i]].WaktuAkhir;
for j := 1 to Mesin.JumMesin do
if JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Mesin=MakespanMesin[j].Mesin then
Begin
if MakespanMesin[j].Makespan>JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj then
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj:=MakespanMesin[j].Makespan;
Break;
End;
JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Rj:=JadwalAktif[JumOperasiJadwalAktif].Cj+JadwalAktif[JumO
perasiJadwalAktif].Tj;
End;
End;
for i := 1 to JumOperasiJadwalAktif -1  do
for j := i+1 to JumOperasiJadwalAktif do
if JadwalAktif[i].Rj>JadwalAktif[j].Rj then
Begin
JadwalAktifTemp:=JadwalAktif[i];                    JadwalAktif[j]:=JadwalAktifTemp;
JadwalAktif[i]:=JadwalAktif[j];
End;
MesinTerpilih := JadwalAktif[1].Mesin;
RjTerpilih := JadwalAktif[1].Rj;
for i := 1 to JumOperasiJadwalAktif -1  do
for j := i+1 to JumOperasiJadwalAktif do
if (JadwalAktif[i].Cj>JadwalAktif[j].Cj) or ((JadwalAktif[i].Cj=JadwalAktif[j].Cj) and
(JadwalAktif[i].Tj>JadwalAKtif[j].Tj)) then
Begin
JadwalAktifTemp:=JadwalAktif[i];                    JadwalAktif[j]:=JadwalAktifTemp;
JadwalAktif[i]:=JadwalAktif[j];
```

```
End;
System.Assign(Test,'Temp\SolusiAwal.TXT');
System.Append(Test);
for i := 1 to JumOPerasiJadwalAktif do
Begin
Write(Test,JadwalAktif[i].Job+';'+JadwalAktif[i].Operasi+';'+JadwalAktif[i].Mesin+';');
Str(JadwalAktif[i].Cj:0:2,DumyString);            Write(Test,DumyString+';');
Write(Test,DumyString+';');                       Str(JadwalAktif[i].Rj:0:2,DumyString);
Str(JadwalAktif[i].Tj:0:2,DumyString);            Writeln(Test,DumyString+';');
End;
Writeln(Test);
System.Close(Test);
for i := 1 to JumOperasiJadwalAktif do
if (JadwalAktif[i].Mesin=MesinTerpilih) and (JadwalAktif[i].Rj=RjTerpilih) then
Begin
System.Assign(Test,'Temp\SolusiAwal.TXT');
System.Append(Test);
Writeln(Test,JadwalAktif[i].Job+';'+JadwalAktif[i].Operasi);
System.Close(Test);
AssignedJob[JadwalAktif[i].JobKe]:=AssignedJob[JadwalAktif[i].JobKe]+1;
for j := 1 to Mesin.JumMesin do
if Scheduling2[j].Mesin=MesinTerpilih then
Begin
for k := 1 to Scheduling2[j].JumMesin do
Begin
if k=1 then
Begin
MesinKeTerpilih := 1;
MakespanTerpilih := Scheduling2[j].MesinKe[1].Makespan;
End;
if (k>1) and (Scheduling2[j].MesinKe[k].Makespan<MakespanTerpilih) Then
Begin
MesinKeTerpilih := k;
MakespanTerpilih := Scheduling2[j].MesinKe[k].Makespan;
End;
End;
if (AssignedJob[jadwalAktif[i].JobKe]>1) and
(KasusAssy2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[AssignedJob[jadwalAktif[i].JobKe]-
1].WaktuAkhir>MakespanTerpilih) Then
MakespanTerpilih
:=KasusAssy2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[AssignedJob[jadwalAktif[i].JobKe]-
1].WaktuAkhir;
for kk := 1 to Assembly[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].JumPendahulu
do
Begin
for ll := 1 to Kasus2.JumJob do
if
Kasus2.Job[ll].Nama=Assembly[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].Pendahul
u[kk] then
Begin
if MakespanTerpilih<Kasus2.Job[ll].Operasi[Kasus2.Job[ll].JumOperasi].WaktuAkhir then
MakespanTerpilih:=Kasus2.Job[ll].Operasi[Kasus2.Job[ll].JumOperasi].WaktuAkhir;
Break;
End;
End;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JumlahOperasi:=Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih
].JumlahOperasi+1;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].JobKe:=JadwalAktif[i].JobKe;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].Job:=JadwalAktif[i].Job;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].OperasiKe:=JadwalAktif[i].OperasiKe;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].Operasi:=JadwalAktif[i].Operasi;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].WaktuOperasi:=JadwalAktif[i].Tj;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].WaktuMulai:=MakespanTerpilih;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].JobOperasi[Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Ju
mlahOperasi].WaktuAkhir:=MakespanTerpilih+JadwalAktif[i].Tj;
Scheduling2[j].MesinKe[MesinKeTerpilih].Makespan:=MakespanTerpilih+JadwalAktif[i].Tj;
KasusAssy2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].WaktuMulai:=MakespanTe
rpilih;
KasusAssy2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].WaktuAkhir:=MakespanTe
rpilih+JadwalAktif[i].Tj;
KasusAssy2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].Assign:=1;
KasusAssy2.Job[JadwalAktif[i].JobKe].Operasi[JadwalAktif[i].OperasiKe].MesinKe:=MesinKeTerpil
ih;
JumlahJobOperasi:=JumlahJobOperasi-1;
Break;
End;
Break;
End;
End; }
Atribut2.Makespan:=Scheduling2[1].MesinKe[1].Makespan;
for i:=1 to Mesin.JumMesin Do SchedulingTerbaik[i]:=Scheduling2[i];
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
if Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan>Atribut2.Makespan then
Atribut2.Makespan:=Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan;
```

```
Atribut2.Temperatur:=Parameter.T0;
Atribut2.N:=0;
AtributTerbaik:=Atribut2;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do SchedulingA0[i]:=Scheduling2[i];
AtributA0:=Atribut2;
System.Assign(Test,'Solusi\Summary.TXT');
System.Append(Test);
Writeln(Test,'Hasil Jadwal Aktif');
Str(AtributTerbaik.Makespan:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Makespan : '+DumyString);
Writeln(Test,'Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai');
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to SchedulingTerbaik[i].JumMesin do
for k := 1 to SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JumlahOperasi do
Begin
Write(Test,SchedulingTerbaik[i].Mesin+'-');
Str(j,DumyString);
Write(Test,'Mesin Ke-'+DumyString+';');
Write(Test,SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Job+';');
Write(Test,SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Operasi+';');
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuOperasi:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuMulai:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuAkhir:0:2,DumyString);
Writeln(Test,DumyString+';');
End;
Writeln(Test);                                    System.Rewrite(Test);
System.Close(Test);                               System.Close(Test);
System.Assign(Test,'Solusi\Rantai                 TemperaturJalan:=Parameter.T0;
Kritis.TXT');                                     while TemperaturJalan>Parameter.TMin do
Begin
for i := 1 to Mesin.JumMesin do Scheduling3[i]:=SchedulingA0[i];
Atribut3:=AtributA0;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do Scheduling2[i]:=Scheduling3[i];
Atribut2:=Atribut3;
JumlahNetwork := 0;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
for k := 1 to Scheduling2[i].MesinKe[j].JumlahOperasi do
Begin
JumlahNetwork := JumlahNetwork+1;
Network[JumlahNetwork].JobKe:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].JobKe;
Network[JumlahNetwork].Job:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Job;
Network[JumlahNetwork].OperasiKe:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].OperasiKe;
Network[JumlahNetwork].Operasi:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Operasi;
Network[JumlahNetwork].WaktuOperasi:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuOperasi;
Network[JumlahNetwork].Assigned:=0;
Network[JumlahNetwork].Assigned2:=0;
Network[JumlahNetwork].Mesin:=Scheduling2[i].Mesin;
Network[JumlahNetwork].MesinKe:=j;
if (k=1) and (Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].OperasiKe=1) then
Begin
Network[JumlahNetwork].JumPendahulu:=0;            Network[JumlahNetwork].JumDumy2:=0;
Network[JumlahNetwork].JumDumy:=0;
End;
if (k=1) and (Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].OperasiKe>1) then
Begin
Network[JumlahNetwork].JumPendahulu:=1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy:=1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy2:=1;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Job:=Kasus.Job[Network[
JumlahNetwork].JobKe].Nama;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].JobKe:=Network[JumlahNe
twork].JobKe;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Operasi:=Kasus.Job[Netw
ork[JumlahNetwork].JobKe].Operasi[Network[JumlahNetwork].OperasiKe-1].Nama;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].OperasiKe:=Network[Juml
ahNetwork].OperasiKe-1;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].WaktuOperasi:=Kasus.Job
[Network[JumlahNetwork].JobKe].Operasi[Network[JumlahNetwork].OperasiKe-1].Waktu;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Mesin:=Kasus.Job[Networ
k[JumlahNetwork].JobKe].Operasi[Network[JumlahNetwork].OperasiKe-1].Mesin;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned:=0;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned2:=0;
End;
if (k>1) and (Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].OperasiKe=1) then
Begin
Network[JumlahNetwork].JumPendahulu:=1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy:=1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy2:=1;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Job:=Scheduling2[i].Mes
inKe[j].JobOperasi[k-1].Job;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].JobKe:=Scheduling2[i].M
esinKe[j].JobOperasi[k-1].JobKe;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Operasi:=Scheduling2[i]
.MesinKe[j].JobOperasi[k-1].Operasi;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].OperasiKe:=Scheduling2[
i].MesinKe[j].JobOperasi[k-1].OperasiKe;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].WaktuOperasi:=Schedulin
g2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k-1].WaktuOperasi;
```

```
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Mesin:=Scheduling2[i].M
esin; Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned:=0;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned2:=0;
End;
if (k>1) and (Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].OperasiKe>1) then
Begin
Network[JumlahNetwork].JumPendahulu:=1;              Network[JumlahNetwork].JumDumy2:=1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy:=1;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Job:=Kasus.Job[Network[
JumlahNetwork].JobKe].Nama;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].JobKe:=Network[JumlahNe
twork].JobKe;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Operasi:=Kasus.Job[Netw
ork[JumlahNetwork].JobKe].Operasi[Network[JumlahNetwork].OperasiKe-1].Nama;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].OperasiKe:=Network[Juml
ahNetwork].OperasiKe-1;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].WaktuOperasi:=Kasus.Job
[Network[JumlahNetwork].JobKe].Operasi[Network[JumlahNetwork].OperasiKe-1].Waktu;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Mesin:=Kasus.Job[Networ
k[JumlahNetwork].JobKe].Operasi[Network[JumlahNetwork].OperasiKe-1].Mesin;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned:=0;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned2:=0;
Network[JumlahNetwork].JumPendahulu:=2;               Network[JumlahNetwork].JumDumy2:=2;
Network[JumlahNetwork].JumDumy:=2;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Job:=Scheduling2[i].Mes
inKe[j].JobOperasi[k-1].Job;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].JobKe:=Scheduling2[i].M
esinKe[j].JobOperasi[k-1].JobKe;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Operasi:=Scheduling2[i]
.MesinKe[j].JobOperasi[k-1].Operasi;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].OperasiKe:=Scheduling2[
i].MesinKe[j].JobOperasi[k-1].OperasiKe;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].WaktuOperasi:=Schedulin
g2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k-1].WaktuOperasi;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Mesin:=Scheduling2[i].M
esin;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned:=0;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned2:=0;
if (network[JumlahNetwork].Pendahulu[2].Job = network[JumlahNetwork].Pendahulu[1].Job) and
(network[JumlahNetwork].Pendahulu[2].Operasi = network[JumlahNetwork].Pendahulu[1].Operasi)
then
Begin
Network[JumlahNetwork].JumPendahulu:=1;              Network[JumlahNetwork].JumDumy2:=1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy:=1;
End;
End;
For ki:=1 to
Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].JobKe].Operasi[Scheduling2[i].MesinKe[j].Job
Operasi[k].OperasiKe].JumPendahulu do
Begin
for kj := 1 to Kasus.JumJob do
if
Kasus.Job[kj].Nama=Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].OperasiKe].Pendahulu[ki] then
Begin
Network[JumlahNetwork].JumPendahulu:=Network[JumlahNetwork].JumPendahulu+1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy:=Network[JumlahNetwork].JumDumy+1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy2:=Network[JumlahNetwork].JumDumy2+1;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Job:=Kasus.Job[kj].Nama
;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].JobKe:=kj;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Operasi:=Kasus.Job[kj].
Operasi[Kasus.Job[kj].JumOperasi].Nama;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].OperasiKe:=kasus.Job[kj
].JumOperasi;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].WaktuOperasi:=Kasus.Job
[kj].Operasi[Kasus.Job[kj].JumOperasi].Waktu;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Mesin:=Kasus.Job[kj].Op
erasi[Kasus.Job[kj].JumOperasi].Mesin;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned:=0;
Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Assigned2:=0;
for kl := 1 to Network[JumlahNetwork].JumPendahulu-1 do
if
(Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Job=Network[JumlahNetw
ork].Pendahulu[kl].Job) and
(Network[JumlahNetwork].Pendahulu[Network[JumlahNetwork].JumPendahulu].Operasi=Network[Jumlah
Network].Pendahulu[kl].Operasi) then
Begin
Network[JumlahNetwork].JumPendahulu:=Network[JumlahNetwork].JumPendahulu-1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy:=Network[JumlahNetwork].JumDumy-1;
Network[JumlahNetwork].JumDumy2:=Network[JumlahNetwork].JumDumy2-1;
   Break;
   End;
  Break;
  End;
End;
End;
JumlahNetworkDumy:=JumlahNetwork;
While JumlahNetworkDumy>0 Do
Begin
for i := 1 to JumlahNetwork do
```

```
if (Network[i].JumDumy=0) and (Network[i].Assigned=0) then
Begin
Network[i].Assigned:=1;
if Network[i].JumPendahulu=0 then
Begin
Network[i].WaktuMulai:=0;
End;
for ki := 1 to Network[i].JumPendahulu do
Begin
if ki=1 then Network[i].WaktuMulai:= Network[i].Pendahulu[ki].WaktuAkhir;
if (ki>1) and (network[i].Pendahulu[ki].WaktuAkhir>network[i].WaktuMulai) then
Network[i].WaktuMulai:= Network[i].Pendahulu[ki].WaktuAkhir;
End;    Network[i].WaktuAkhir:=Network[i].WaktuMulai+Network[i].WaktuOperasi;
for j := 1 to JumlahNetwork do
Begin
for ki := 1 to Network[j].JumPendahulu do
if (network[j].Pendahulu[ki].Assigned=0) and (Network[j].Pendahulu[ki].Job=Network[i].Job)
and (Network[j].Pendahulu[ki].Operasi=Network[i].Operasi) then
Begin
Network[j].Pendahulu[ki].WaktuMulai:=Network[i].WaktuMulai;
Network[j].Pendahulu[ki].WaktuAkhir:=Network[i].WaktuAkhir;
Network[j].Pendahulu[ki].Assigned:=1;
if Network[j].JumDumy>0 then Network[j].JumDumy:=Network[j].JumDumy-1;
End;
End;
JumlahNetworkDumy:=JumlahNetworkDumy-1;
End;
End;
{Test Hasil pengikut}
{System.Assign(Test,'Temp\Pengikut.TXT');       System.Assign(Test,'Temp\Pengikut.TXT');
System.Rewrite(Test);                           System.Append(Test);
System.Close(Test);                             for i := 1 to JumlahNetwork do
Begin
Write(Test,Network[i].Job+';'+Network[i].Operasi+';'+Network[i].Mesin+';');
str(Network[i].WaktuOperasi:0:2,DumyString);    Writeln(Test,DumyString+';');
Write(Test,DumyString+';');                     Str(Network[i].JumPendahulu,DumyString);
str(Network[i].WaktuMulai:0:2,DumyString);      Writeln(Test,'Jumlah Pendahulu : ',
Write(Test,DumyString+';');                     DumyString);
str(Network[i].WaktuAkhir:0:2,DumyString);      for ki := 1 to Network[i].JumPendahulu do
Begin
Write(Test,Network[i].Pendahulu[ki].Job+';'+Network[i].Pendahulu[ki].Operasi+';'+Network[i].P
endahulu[ki].Mesin+';');
str(Network[i].Pendahulu[ki].WaktuOperasi:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
str(Network[i].Pendahulu[ki].WaktuMulai:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
str(Network[i].Pendahulu[ki].WaktuAkhir:0:2,DumyString);
Writeln(Test,DumyString+';');
End;
Writeln(Test);
End;
System.Close(Test);}                              System.Reset(FChain);
System.Assign(FChain,'Temp\Chain.CHN');           for i := 1 to Kasus.JumJob do
System.Rewrite(FChain);
Begin
System.Seek(FChain,System.FileSize(FChain));    Chain.Machine[j].Mesin:=Mesin.Mesin[j];
Chain.JumlahOperasi:=1;                         for k := 1 to Mesin.JumTiapMesin[j] do
for j := 1 to Mesin.JumMesin do                 Chain.Machine[j].MesinKe[k]:=0;
Begin
End;
Chain.JobOperasi[1].JobKe:=i;
Chain.JobOperasi[1].Job:=Kasus2.Job[i].Nama;
Chain.JobOperasi[1].OperasiKe:=1;
Chain.JobOperasi[1].Operasi:=Kasus2.Job[i].Operasi[1].Nama;
Chain.JobOperasi[1].WaktuOperasi:=Kasus2.Job[i].Operasi[1].Waktu;
Chain.JobOperasi[1].Mesin:=Kasus2.Job[i].Operasi[1].Mesin;
Chain.JobOperasi[1].MesinKe:=Kasus2.Job[i].Operasi[1].MesinKe;
Chain.MesinPilihan:=Chain.JobOperasi[1].Mesin;
Chain.MesinKePilihan:=Chain.JobOperasi[1].MesinKe;
Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin:=1;
for j := 1 to Mesin.JumMesin do
if Chain.Machine[j].Mesin=Chain.JobOperasi[1].Mesin then
Begin
Chain.Machine[j].MesinKe[Chain.JobOperasi[1].MesinKe]:=1;
Break;
End;
System.Write(FChain,Chain);
End;
     for i := 1 to Mesin.JumMesin do
     for j := 1 to Mesin.JumTiapMesin[i] do
     Begin
Ada:=0;
for k := 1 to System.FileSize(FChain) do
Begin
System.Seek(FChain,k-1); System.Read(FChain,Chain);
if (Chain.JobOperasi[1].Job=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[1].Job)
and(Chain.JobOperasi[1].Operasi=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[1].Operasi) then
Begin
Ada:=1;
Break;
End;
```

```
End;
if Ada = 0 then
Begin
System.Seek(FChain,System.FileSize(FChain));     Chain.Machine[k].Mesin:=Mesin.Mesin[k];
Chain.JumlahOperasi:=1;                          for l := 1 to Mesin.JumTiapMesin[k] do
for k := 1 to Mesin.JumMesin do                  Chain.Machine[k].MesinKe[l]:=0;
Begin
End;
Chain.JobOperasi[1].JobKe:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[1].JobKe;
Chain.JobOperasi[1].Job:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[1].Job;
Chain.JobOperasi[1].OperasiKe:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[1].OperasiKe;
Chain.JobOperasi[1].Operasi:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[1].Operasi;
Chain.JobOperasi[1].WaktuOperasi:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[1].WaktuOperasi;
Chain.JobOperasi[1].Mesin:=Scheduling2[i].Mesin;
Chain.JobOperasi[1].MesinKe:=j;
Chain.MesinPilihan:=Chain.JobOperasi[1].Mesin;
Chain.MesinKePilihan:=Chain.JobOperasi[1].MesinKe;
Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin:=1;
for k := 1 to Mesin.JumMesin do
if Chain.Machine[k].Mesin=Chain.JobOperasi[1].Mesin then
Begin
Chain.Machine[k].MesinKe[Chain.JobOperasi[1].MesinKe]:=1;
Break;
End;
System.Write(FChain,Chain);
End;
End;
for i := 1 to System.FileSize(FChain) do
Begin
System.Seek(FChain,i-1); System.Read(FChain,Chain);
for j := 1 to JumlahNetwork do
if (Network[j].Job=Chain.JobOperasi[1].Job) and
(network[j].Operasi=Chain.JobOperasi[1].Operasi) then
Begin
Chain.JobOperasi[1].WaktuMulai:=Network[j].WaktuMulai;
Chain.JobOperasi[1].WaktuAkhir:=Network[j].WaktuAkhir;
Break;
End;
System.Seek(FChain,i-1); System.Write(FChain,Chain);
End;
JumlahNetworkDumy:=JumlahNetwork;
While JumlahNetworkDumy>0 Do
Begin
for i := 1 to JumlahNetwork do
if (Network[i].JumDumy2=0) and (Network[i].Assigned2=0) then
Begin
Network[i].Assigned2:=1;
JumlahPengikut:=0;
for j := 1 to JumlahNetwork do
Begin
for ki := 1 to Network[j].JumPendahulu do
if (network[j].Pendahulu[ki].Assigned2=0) and (Network[j].Pendahulu[ki].Job=Network[i].Job)
and (Network[j].Pendahulu[ki].Operasi=Network[i].Operasi) then
Begin
JumlahPengikut:=JumlahPengikut+1;
JobOperasi[JumlahPengikut].JobKe:=Network[j].JobKe;
JobOperasi[JumlahPengikut].Job:=Network[j].Job;
JobOperasi[JumlahPengikut].OperasiKe:=Network[j].OperasiKe;
JobOperasi[JumlahPengikut].Operasi:=Network[j].Operasi;
JobOperasi[JumlahPengikut].MesinKe:=Network[j].MesinKe;
JobOperasi[JumlahPengikut].Mesin:=Network[j].Mesin;
JobOperasi[JumlahPengikut].WaktuOperasi:=Network[j].WaktuOperasi;
JobOperasi[JumlahPengikut].WaktuMulai:=Network[j].WaktuMulai;
JobOperasi[JumlahPengikut].WaktuAkhir:=Network[j].WaktuAkhir;
if Network[j].JumDumy2>0 then Network[j].JumDumy2:=Network[j].JumDumy2-1;
End;
End;
if JumlahPengikut>0 then
Begin
JumlahChain:=System.FileSize(FChain);
j:=0;
while j<JumlahChain do
Begin
j:=j+1;
System.Seek(FChain,j-1); System.Read(FChain,Chain);
if (Network[i].Job=Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].Job) and
(Network[i].Operasi=Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].Operasi) then
Begin
for k := 1 to JumlahPengikut-1 do
Begin
if j<JumlahChain then
Begin
System.Seek(FChain,j-1+k);System.Read(FChain,Chain2);
System.Seek(FChain,system.Filesize(FChain));
System.Write(FChain,Chain2);
End;
System.Seek(FChain,j-1+k);System.Write(FChain,Chain);
End;
for k := 0 to JumlahPengikut-1 do
Begin
System.Seek(FChain,j-1+k);System.Read(FChain,Chain);
```

```
Chain.JumlahOperasi:=Chain.JumlahOperasi+1;
Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi]:=JobOperasi[k+1];
for l := 1 to Mesin.JumMesin do
if Chain.Machine[l].Mesin=Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].Mesin then
Begin
Chain.Machine[l].MesinKe[Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].MesinKe]:=Chain.Machine[l].Mes
inKe[Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].MesinKe]+1;
ifChain.Machine[l].MesinKe[Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].MesinKe]>Chain.JumlahOpTbnyk
PadaMesin then
Begin
Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin:=Chain.Machine[l].MesinKe[Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].
MesinKe];
Chain.MesinPilihan:=Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].Mesin;
Chain.MesinKePilihan:=Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].MesinKe;
End;
Break;
End;
System.Seek(FChain,j-1+k);System.Write(FChain,Chain);
End;
JumlahChain:=JumlahChain+JumlahPengikut-1;
j:=j+JumlahPengikut-1;
End;
End;
End;
JumlahNetworkDumy:=JumlahNetworkDumy-1;
End;
End;
{Test Hasil Rantai Kritis}                          System.Assign(Test,'Solusi\Rantai.TXT');
{System.Assign(Test,'Solusi\Rantai.TXT');           System.Append(Test);
System.Rewrite(Test);                               for i := 1 to System.FileSize(FChain) do
System.Close(Test);
Begin
System.Seek(FChain,i-1); System.Read(FChain,Chain);
for j := 1 to Chain.JumlahOperasi do
Begin
Write(Test,Chain.JobOperasi[j].Job+'-'+Chain.JobOperasi[j].Operasi+'-
'+Chain.JobOperasi[j].Mesin+'-');
Str(Chain.JobOperasi[j].WaktuMulai:0:0,DumyString);
Write(Test,DumyString+'-');
Str(Chain.JobOperasi[j].WaktuAkhir:0:0,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
End;
Str(Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin,DumyString);
Write(Test,DumyString);
Writeln(Test);
End;
System.Close(Test);}
System.Assign(FChain2,'Temp\ChainKritis.CHN');
System.Rewrite(FChain2);
System.Reset(FChain2);
for i := 1 to System.FileSize(FChain) do
Begin
System.Seek(FChain,i-1); System.Read(FChain,Chain);
Berhasil:=1;
for j := 1 to Chain.JumlahOperasi-1 do
if Chain.JobOperasi[j].WaktuAkhir<Chain.JobOperasi[j+1].WaktuMulaithen
Begin
Berhasil:=0;
Break;
End;
if Berhasil=1 then
Begin
System.Seek(FChain2,System.FileSize(FChain2));
System.Write(FChain2,Chain);
End;
End;
System.Close(FChain);
{JumlahOperasiTerbanyak:=0;
for i := 1 to System.FileSize(FChain2) do
Begin
System.Seek(FChain2,i-1); System.Read(FChain2,Chain);
if Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin>JumlahOperasiTerbanyak then
JumlahOperasiTerbanyak := Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin;
End; }
System.Assign(FChain,'Temp\ChainPilihan.CHN');
System.Rewrite(FChain);
System.Reset(FChain);
MaksimalChain:=0;
for i := 1 to System.FileSize(FChain2) do
Begin
System.Seek(FChain2,i-1); System.Read(FChain2,Chain);
if Chain.JobOperasi[chain.JumlahOperasi].WaktuAkhir>MaksimalChain then
MaksimalChain:=Chain.JobOperasi[chain.JumlahOperasi].WaktuAkhir;
End;
for i := 1 to System.FileSize(FChain2) do
Begin
System.Seek(FChain2,i-1); System.Read(FChain2,Chain);
if (Chain.JobOperasi[1].OperasiKe=1) and
(Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].OperasiKe>=Kasus.Job[Chain.JobOperasi[Chain.JumlahOper
asi].JobKe].JumOperasi) and (Chain.JobOperasi[1].WaktuMulai=0) and
```

```
(chain.JobOperasi[Chain.JumlahOperasi].WaktuAkhir=MaksimalChain)
{Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin=JumlahOperasiTerbanyak} then
Begin
System.Seek(FChain,System.FileSize(FChain));
System.Write(FChain,Chain);
End;
End;
System.Assign(Test,'Solusi\Rantai Kritis.TXT');
System.Append(Test);
Str(TemperaturJalan:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Temperatur : '+DumyString);
{Str(NJalan,DumyString);
Writeln(Test,'N Ke-'+DumyString); }
for i := 1 to System.FileSize(FChain) do
Begin
System.Seek(FChain,i-1); System.Read(FChain,Chain);
for j := 1 to Chain.JumlahOperasi do
Begin
Write(Test,Chain.JobOperasi[j].Job+'-'+Chain.JobOperasi[j].Operasi+'-
'+Chain.JobOperasi[j].Mesin+'-');
Str(Chain.JobOperasi[j].WaktuMulai:0:0,DumyString);
Write(Test,DumyString+'-');
Str(Chain.JobOperasi[j].WaktuAkhir:0:0,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
End;
{Str(Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin,DumyString);
Write(Test,DumyString); }
Writeln(Test);
End;
Writeln(Test);                                  System.Rewrite(Test);
System.Close(Test);                             System.Close(Test);
System.Close(FChain2);                          System.Assign(Test,'Temp\RantaiPilihan.TXT');
System.Close(FChain);                           System.Append(Test);
{Test Hasil Rantai Kritis Pilihan2}             for i := 1 to System.FileSize(FChain) do
{System.Assign(Test,'Temp\RantaiPilihan.TXT')
;
Begin
System.Seek(FChain,i-1); System.Read(FChain,Chain);
for j := 1 to Chain.JumlahOperasi do
Begin
Write(Test,Chain.JobOperasi[j].Job+'-'+Chain.JobOperasi[j].Operasi+'-
'+Chain.JobOperasi[j].Mesin+'-');
Str(Chain.JobOperasi[j].WaktuMulai:0:0,DumyString);
Write(Test,DumyString+'-');
Str(Chain.JobOperasi[j].WaktuAkhir:0:0,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
End;
Str(Chain.JumlahOpTbnykPadaMesin,DumyString);
Write(Test,DumyString);
Writeln(Test);
End;
System.Close(Test);}
JumlahPertukaran:=0;
System.Assign(FChain,'Temp\ChainPilihan.CHN');
System.Reset(FChain);
for iii := 1 to System.FileSize(FChain) do
Begin
system.Seek(FChain,iii-1); System.Read(FChain,Chain);
for j := 1 to Chain.JumlahOperasi-1 do
Begin
if (Chain.JobOperasi[j].Job<>Chain.JobOperasi[j+1].Job) and
(chain.JobOperasi[j].Mesin=Chain.JobOperasi[j+1].Mesin)
and (chain.JobOperasi[j].MesinKe=Chain.JobOperasi[j+1].MesinKe) then
Begin
JumlahPertukaran:=JumlahPertukaran+1;
JobTukar1[JumlahPertukaran]:=Chain.JobOperasi[j];
JobTukar2[JumlahPertukaran]:=Chain.JobOperasi[j+1];
TidakSama:=1;
for jjj := 1 to JumlahPertukaran-1 do
Begin
if ((JobTukar1[JumlahPertukaran].JobKe=JobTukar1[jjj].JobKe) and
(JobTukar1[JumlahPertukaran].OperasiKe=JobTukar1[jjj].OperasiKe)
and(JobTukar2[JumlahPertukaran].JobKe=JobTukar2[jjj].JobKe)and(JobTukar2[JumlahPertukaran].Op
erasiKe=JobTukar2[jjj].OperasiKe))
or ((JobTukar2[JumlahPertukaran].JobKe=JobTukar1[jjj].JobKe) and
(JobTukar2[JumlahPertukaran].OperasiKe=JobTukar1[jjj].OperasiKe)
and(JobTukar1[JumlahPertukaran].JobKe=JobTukar2[jjj].JobKe)and(JobTukar1[JumlahPertukaran].Op
erasiKe=JobTukar2[jjj].OperasiKe)) then
Begin
JumlahPertukaran:=JumlahPertukaran-1;
TidakSama:=0;
Break;
End;
End;
if TidakSama=1 then
Begin
KataKata1:='';
for ki:=1 to length(JobTukar1[JumlahPertukaran].Job) do
Begin
KataKata1:=KataKata1+JobTukar1[JumlahPertukaran].Job[ki];
if JobTukar1[JumlahPertukaran].Job[ki]='-' then Break;
```

```
End;
KataKata2:='';
for ki:=1 to length(JobTukar2[JumlahPertukaran].Job) do
Begin
KataKata2:=KataKata2+JobTukar2[JumlahPertukaran].Job[ki];
if JobTukar2[JumlahPertukaran].Job[ki]='-' then Break;
End;
if KataKata1=KataKata2 then JumlahPertukaran:=JumlahPertukaran-1;
PutarTerus:=1;
TidakSama2:=1;
JobTest:=JobTukar1[JumlahPertukaran].JobKe;
OperasiTest:=JobTukar1[JumlahPertukaran].OperasiKe;
if KataKata1<>KataKata2 then
while PutarTerus=1 do
Begin
AdaStrip:=0;
for ki := 1 to Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].JumPendahulu do
Begin
KataKata3:='';
for kj:=1 to length(Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].pendahulu[ki]) do
Begin
KataKata3:=KataKata3+Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].pendahulu[ki][kj];
if Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].Pendahulu[ki][kj]='-' then Break;
End;
if KataKata3[length(KataKata3)]='-' Then
Begin
AdaStrip:=1;
for kl := 1 to Kasus.JumJob do
if Kasus.Job[kl].Nama=Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].Pendahulu[ki] then
Begin
JobTest:=kl;
Break;
End;
OperasiTest:=1;
End;
if Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].Pendahulu[ki]=JobTukar2[JumlahPertukaran].Job then
Begin
JumlahPertukaran:=JumlahPertukaran-1;
PutarTerus:=0;
TidakSama2:=0;
Break;
End;
End;
if AdaStrip=0 then PutarTerus:=0;
End;
PutarTerus:=1;
JobTest:=JobTukar2[JumlahPertukaran].JobKe;
OperasiTest:=JobTukar2[JumlahPertukaran].OperasiKe;
if (katakata1<>katakata2) and (TidakSama2<>0) then
while PutarTerus=1 do
Begin
AdaStrip:=0;
for ki := 1 to Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].JumPendahulu do
Begin
KataKata3:='';
for kj:=1 to length(Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].Pendahulu[ki]) do
Begin
KataKata3:=KataKata3+Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].Pendahulu[ki][kj];
if Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].Pendahulu[ki][kj]='-' then Break;
End;
if KataKata3[length(KataKata3)]='-' Then
Begin
AdaStrip:=1;
for kl := 1 to Kasus.JumJob do
if Kasus.Job[kl].Nama=Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].Pendahulu[ki] then
Begin
JobTest:=kl;
Break;
End;
OperasiTest:=1;
End;
if Assembly[JobTest].Operasi[OperasiTest].Pendahulu[ki]=JobTukar1[JumlahPertukaran].Job then
Begin
JumlahPertukaran:=JumlahPertukaran-1;
PutarTerus:=0;
TidakSama2:=0;
Break;
End;
End;
if AdaStrip=0 then PutarTerus:=0;
End;
End;
End;
End;
End;
System.Close(FChain);                          DumyString:='Temperatur Ke-'+DumyText+';N
{Test Hasil Pilihan Penukaran}                 Max : '+DumyString;
System.Assign(Test,'Temp\JobTukar.TXT');       System.Append(Test);
System.Reset(Test);                            Writeln(Test,DumyString);
Str(JumlahPertukaran,DumyString);              for i := 1 to JumlahPertukaran do
Str(TemperaturJalan:0:2,DumyText);
```

```
Begin
DumyString:=Jobtukar1[i].Job+';'+Jobtukar1[i].Operasi+'
With'+Jobtukar2[i].Job+';'+JobTukar2[i].Operasi;
System.Append(Test);
Writeln(Test,DumyString);
End;
System.Close(Test);
{Pengacakan Penukaran Operasi}
JumlahAcak:=JumlahPertukaran;
Repeat                                          JobTukar2[JumlahAcak]:=JobTukar2[Dipilih];
Dipilih := Random(JumlahAcak)+1;                JobTukar1[Dipilih]:=JobTukar1[20001];
JobTukar1[20001]:=JobTukar1[JumlahAcak];        JobTukar2[Dipilih]:=JobTukar2[20001];
JobTukar2[20001]:=JobTukar2[JumlahAcak];        JumlahAcak:=JumlahAcak-1;
JobTukar1[JumlahAcak]:=JobTukar1[Dipilih];      Until JumlahAcak<=0;
{System.Assign(Test,'Temp\JobTukarAcak.TXT');
System.Rewrite(Test);
for i := 1 to JumlahPertukaran do
Begin
DumyString:=Jobtukar1[i].Job+';'+Jobtukar1[i].Operasi+'With'+Jobtukar2[i].Job+';'+JobTukar2[i
].Operasi;
System.Append(Test);
Writeln(Test,DumyString);
End;
System.Close(Test);}
if JumlahPertukaran<Parameter.NRep then NJalan2:=JumlahPertukaran
Else NJalan2:=Parameter.NRep;
for NJalan := 1 to NJalan2 do
Begin
for i := 1 to Mesin.JumMesin do Scheduling2[i]:=Scheduling3[i];
Atribut2:=Atribut3;
JobPilihanTukar.Job:=JobTukar1[NJalan].Job;
JobPilihanTukar.Operasi:=JobTukar1[NJalan].Operasi;
jobAwal := JobPilihanTukar;
Dicari:=0;
MesinTukar:=0;
MesinKeTukar:=0;
OperasiKeTukar:=0;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
Begin
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
Begin
for k := 1 to Scheduling2[i].MesinKe[j].JumlahOperasi do
Begin
if (Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Job=JobPilihanTukar.Job) and
(Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Operasi=JobPilihanTukar.Operasi) then
Begin
MesinTukar:=i;
MesinKeTukar:=j;
OperasiKeTukar:=k;
dicari:=1;
Break;
End;
End;
if dicari=1 then Break;
End;
if dicari=1 then Break;
End;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan:=0;
Kasus2:=Kasus;
JobAkhirnyaDitukar.Job:=JobTukar2[Njalan].Job;
JobAkhirnyaDitukar.Operasi:=JobTukar2[NJalan].Operasi;
Dicari:=0;
MesinTukar2:=0;
MesinKeTukar2:=0;
OperasiKeTukar2:=0;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
Begin
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
Begin
for k := 1 to Scheduling2[i].MesinKe[j].JumlahOperasi do
Begin
if (Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Job=JobAkhirnyaDitukar.Job) and
(Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Operasi=JobAkhirnyaDitukar.Operasi) then
Begin
 MesinTukar2:=i;                                 End;
 MesinKeTukar2:=j;                               if dicari=1 then Break;
 OperasiKeTukar2:=k;                             End;
 dicari:=1;                                      if dicari=1 then Break;
 Break;                                          End;
 End;
JobOperasiDumy:=Scheduling2[MesinTukar].MesinKe[MesinKeTukar].JobOperasi[OperasiKeTukar];
Scheduling2[MesinTukar].MesinKe[MesinKeTukar].JobOperasi[OperasiKeTukar]:=Scheduling2[MesinTu
kar2].MesinKe[MesinKeTukar2].JobOperasi[OperasiKeTukar2];
Scheduling2[MesinTukar2].MesinKe[MesinKeTukar2].JobOperasi[OperasiKeTukar2]:=JobOperasiDumy;
{Perhitungan Makespan untuk Mesin Scheduling yang Baru}
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
Begin
MakespanCtr[i,j]:=0;
```

```
Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan:=0;
End;
JumlahJobOperasi:=JumlahJobOperasi2;
Validitas:=1;
while JumlahJobOperasi>0 do
Begin
JumlahJobOperasiDumy:=JumlahJobOperasi;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
if Scheduling2[i].MesinKe[j].JumlahOperasi>MakespanCtr[i,j] then
Begin
if Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe=1 then
Begin
PengikutTerjadwalkan:=1;
for ki := 1 to
Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2[
i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].JumPendahulu do
Begin
for kj := 1 to Kasus2.JumJob do
if
(Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2
[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].Pendahulu[ki]=Kasus2.Job[kj].Nama)
and (Kasus2.Job[kj].Operasi[Kasus2.Job[kj].JumOperasi].Assign=0) then
Begin
PengikutTerjadwalkan:=0;
Break;
End;
if PengikutTerjadwalkan=0 then Break;
End;
if PengikutTerjadwalkan=1 then
Begin
Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai:=Scheduling2[i].MesinKe[j
].Makespan;
for ki := 1 to
Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2[
i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].JumPendahulu do
Begin
for kj := 1 to Kasus2.JumJob do
if
(Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2
[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].Pendahulu[ki]=Kasus2.Job[kj].Nama)
then
Begin
if
(Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai<Kasus2.Job[kj].Operasi[K
asus2.Job[kj].JumOperasi].WaktuAkhir) then
Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai:=Kasus2.Job[kj].Operasi[K
asus2.Job[kj].JumOperasi].WaktuAkhir;
Break;
End;
End;
Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuAkhir:=Scheduling2[i].MesinKe[j
].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai+Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[
i,j]+1].WaktuOperasi;
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].WaktuMulai:=Scheduling2[i].MesinKe[
j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai;
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].WaktuAkhir:=Scheduling2[i].MesinKe[
j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuAkhir;
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].MesinKe:=j;
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].Assign:=1;
Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].
WaktuAkhir;
MakespanCtr[i,j]:=MakespanCtr[i,j]+1;
JumlahJobOperasi:=JumlahJobOperasi-1;
End;
End;
if Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe>1 then
if
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe-1].Assign=1 then
Begin
PengikutTerjadwalkan:=1;
for ki := 1 to
Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2[
i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].JumPendahulu do
Begin
for kj := 1 to Kasus2.JumJob do
if
(Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2
[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].Pendahulu[ki]=Kasus2.Job[kj].Nama)
and (Kasus2.Job[kj].Operasi[Kasus2.Job[kj].JumOperasi].Assign=0) then
Begin
PengikutTerjadwalkan:=0;
Break;
End;
if PengikutTerjadwalkan=0 then Break;
End;
```

```
if PengikutTerjadwalkan=1 then
Begin
Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai:=Scheduling2[i].MesinKe[j
].Makespan;
if
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe-
1].WaktuAkhir>Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan then
Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai:=Kasus2.Job[Scheduling2[i
].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOpera
si[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe-1].WaktuAkhir;
for ki := 1 to
Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2[
i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].JumPendahulu do
Begin
for kj := 1 to Kasus2.JumJob do
if
(Assembly[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling2
[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].Pendahulu[ki]=Kasus2.Job[kj].Nama)
then
Begin
if
(Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai<Kasus2.Job[kj].Operasi[K
asus2.Job[kj].JumOperasi].WaktuAkhir) then
Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai:=Kasus2.Job[kj].Operasi[K
asus2.Job[kj].JumOperasi].WaktuAkhir;
Break;
End;
End;
Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuAkhir:=Scheduling2[i].MesinKe[j
].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai+Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[
i,j]+1].WaktuOperasi;
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].WaktuMulai:=Scheduling2[i].MesinKe[
j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuMulai;
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].WaktuAkhir:=Scheduling2[i].MesinKe[
j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].WaktuAkhir;
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].Assign:=1;
Kasus2.Job[Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].JobKe].Operasi[Scheduling
2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].OperasiKe].MesinKe:=j;
Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan:=Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[MakespanCtr[i,j]+1].
WaktuAkhir;
MakespanCtr[i,j]:=MakespanCtr[i,j]+1;
JumlahJobOperasi:=JumlahJobOperasi-1;
End;
End;
End;
if JumlahJobOperasiDumy=JumlahJobOperasi then
Begin
Validitas:=0;
Break;
End;
End;
Atribut2.Temperatur:=TemperaturJalan;
Atribut2.N:=NJalan;
if Validitas = 1 then
Begin
Atribut2.Makespan:=Scheduling2[1].MesinKe[1].Makespan;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
if Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan>Atribut2.Makespan then
Atribut2.Makespan:=Scheduling2[i].MesinKe[j].Makespan;
if  Atribut2.Makespan<AtributA0.Makespan Then
Begin
for i := 1 to Mesin.JumMesin do SchedulingA0[i]:=Scheduling2[i];
AtributA0:=Atribut2;
End
Else
Begin
Pembanding := exp(-((Atribut2.Makespan-AtributA0.Makespan)/TemperaturJalan)*ln(exp(1)));
BilanganAcak := (Random(1000)+1)/1000;
if BilanganAcak<Pembanding then
Begin
for i := 1 to Mesin.JumMesin do SchedulingA0[i]:=Scheduling2[i];
AtributA0:=Atribut2;
End;
End;
if  Atribut2.Makespan<AtributTerbaik.Makespan Then
Begin
for i := 1 to Mesin.JumMesin do SchedulingTerbaik[i]:=Scheduling2[i];
AtributTerbaik:=Atribut2;
End;
System.Assign(Test,'Solusi\Summary.TXT');
System.Append(Test);
Str(BilanganAcak:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Bilangan Acak : '+DumyString);
Str(Pembanding:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Batas Diterima : '+DumyString);
Str(Atribut2.Temperatur:0:2,DumyString);
```

```
Writeln(Test,'Temperatur : '+DumyString);
Str(Atribut2.N,DumyString);
Writeln(Test,'N Ke-'+DumyString);
Writeln(Test,'Penukaran Antara Job Operasi : '+JobAwal.Job+'-'+JobAwal.Operasi+' &
'+JobAkhirnyaDitukar.Job+'-'+JobAkhirnyaDitukar.Operasi);
Str(Atribut2.Makespan:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Makespan B0 : '+DumyString);
Str(AtributA0.Makespan:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Makespan A0 : '+DumyString);
Str(AtributTerbaik.Makespan:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Makespan Terbaik : '+DumyString);
Writeln(Test,'Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai');
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to Scheduling2[i].JumMesin do
for k := 1 to Scheduling2[i].MesinKe[j].JumlahOperasi do
Begin
Write(Test,Scheduling2[i].Mesin+'-');
Str(j,DumyString);
Write(Test,'Mesin Ke-'+DumyString+';');
Write(Test,Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Job+';');
Write(Test,Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Operasi+';');
Str(Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuOperasi:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
Str(Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuMulai:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
Str(Scheduling2[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuAkhir:0:2,DumyString);
Writeln(Test,DumyString+';');
End;
Writeln(Test);
System.Close(Test);
End;
if Validitas=0 then
Begin
System.Assign(Test,'Solusi\Summary.TXT');
System.Append(Test);
Str(Atribut2.Temperatur:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Temperatur : '+DumyString);
Str(Atribut2.N,DumyString);
Writeln(Test,'N Ke-'+DumyString);
Writeln(Test,'Penukaran Antara Job Operasi : '+JobAwal.Job+'-'+JobAwal.Operasi+' &
'+JobAkhirnyaDitukar.Job+'-'+JobAkhirnyaDitukar.Operasi);
Writeln(Test,'Solusi Tidak Memungkinkan, Ada Operasi yang Tidak Dapat Dijadwalkan');
Writeln(Test);
System.Close(Test);
End;
End;
System.Assign(Test,'Solusi\Summary.TXT');
System.Append(Test);
Str(AtributA0.Temperatur:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Temperatur : '+DumyString);
Writeln(Test,'Solusi A0');
Str(AtributA0.Makespan:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Makespan : '+DumyString);
Writeln(Test,'Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai');
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to SchedulingA0[i].JumMesin do
for k := 1 to SchedulingA0[i].MesinKe[j].JumlahOperasi do
Begin
Write(Test,SchedulingA0[i].Mesin+'-');
Str(j,DumyString);
Write(Test,'Mesin Ke-'+DumyString+';');
Write(Test,SchedulingA0[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Job+';');
Write(Test,SchedulingA0[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Operasi+';');
Str(SchedulingA0[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuOperasi:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
Str(SchedulingA0[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuMulai:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
Str(SchedulingA0[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuAkhir:0:2,DumyString);
Writeln(Test,DumyString+';');
End;
Writeln(Test);
System.Close(Test);
TemperaturJalan:=TemperaturJalan*Parameter.CR;
End;
{Penulisan Hasil}
System.Assign(Test,'Solusi\Best.TXT');
System.Rewrite(Test);
System.Close(Test);
System.Assign(Test,'Solusi\Best.TXT');
System.Append(Test);
Str(AtributTerbaik.Temperatur:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Temperatur : '+DumyString);
Str(AtributTerbaik.N,DumyString);
Writeln(Test,'N Ke-'+DumyString);
Str(AtributTerbaik.Makespan:0:2,DumyString);
Writeln(Test,'Makespan : '+DumyString);
Writeln(Test,'Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai');
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
for j := 1 to SchedulingTerbaik[i].JumMesin do
for k := 1 to SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JumlahOperasi do
Begin
```

```
Write(Test,SchedulingTerbaik[i].Mesin+'-');
Str(j,DumyString);
Write(Test,'Mesin Ke-'+DumyString+';');
Write(Test,SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Job+';');
Write(Test,SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Operasi+';');
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuOperasi:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuMulai:0:2,DumyString);
Write(Test,DumyString+';');
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuAkhir:0:2,DumyString);
Writeln(Test,DumyString+';');
End;
Writeln(Test);
System.Close(Test);
Str(AtributTerbaik.Makespan:0:2,DumyString);
TMakespan.Text:=DumyString;
Str(AtributTerbaik.Temperatur:0:2,DumyString);
TGenBest.Text:=DumyString;
Str(AtributTerbaik.N,DumyString);
DumyString:=TGenBest.Text+' - '+DumyString;
TGenBest.Text:=DumyString;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do CB.Items.Append(Mesin.Mesin[i]);
CB.Enabled:=True;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
Begin
Tampilan.Mesin[i].Nama:=SchedulingTerbaik[i].Mesin;
Tampilan.Mesin[i].JumlahMesin:=SchedulingTerbaik[i].JumMesin;
for j := 1 to SchedulingTerbaik[i].JumMesin do
Begin
Tampilan.Mesin[i].MesinKe[j].JumlahOperasi:=SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JumlahOperasi;
for k := 1 to SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JumlahOperasi do
Begin
Tampilan.Mesin[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Job:=SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k]
.Job;
Tampilan.Mesin[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].Operasi:=SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperas
i[k].Operasi;
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuOperasi:0:2,Tampilan.Mesin[i].MesinKe[
j].JobOperasi[k].Waktu);
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuMulai:0:2,Tampilan.Mesin[i].MesinKe[j]
.JobOperasi[k].WaktuMulai);
Str(SchedulingTerbaik[i].MesinKe[j].JobOperasi[k].WaktuAkhir:0:2,Tampilan.Mesin[i].MesinKe[j]
.JobOperasi[k].WaktuAkhir);
End;
End;
End;
end;
procedure TFormProses.CB2Change(Sender: TObject);
begin
Val(CB2.Text,MesinKeTerpilih2,i);
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JumlahOperasi=0 then
Begin
SB.Position:=1;                  Job3.Text:='';                  Mulai3.Text:='';
SB.Enabled:=False;               Job4.Text:='';                  Mulai4.Text:='';
No1.Text:='';                    Waktu1.Text:='';                Akhir1.Text:='';
No2.Text:='';                    Waktu2.Text:='';                Akhir2.Text:='';
No3.Text:='';                    Waktu3.Text:='';                Akhir3.Text:='';
No4.Text:='';                    Waktu4.Text:='';                Akhir4.Text:='';
Job1.Text:='';                   Mulai1.Text:='';
Job2.Text:='';                   Mulai2.Text:='';
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JumlahOperasi=1 then
Begin
SB.Position:=1;                                  No2.Text:='';
SB.Enabled:=False;                               No3.Text:='';
No1.Text:='1';                                   No4.Text:='';
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Job;
Job2.Text:='';
Job3.Text:='';
Job4.Text:='';
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Operasi
;
Operasi2.Text:='';
Operasi3.Text:='';
Operasi4.Text:='';
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Waktu;
Waktu2.Text:='';
Waktu3.Text:='';
Waktu4.Text:='';
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].WaktuMula
i;
Mulai2.Text:='';
Mulai3.Text:='';
Mulai4.Text:='';
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].WaktuAkhi
r;
Akhir2.Text:='';
Akhir3.Text:='';
Akhir4.Text:='';
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JumlahOperasi=2 then
Begin
```

```
SB.Position:=1;                                    No2.Text:='2';
SB.Enabled:=False;                                 No3.Text:='';
No1.Text:='1';                                     No4.Text:='';
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Job;
Job2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].Job;
Job3.Text:='';
Job4.Text:='';
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Operasi
;
Operasi2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].Operasi
;
Operasi3.Text:='';
Operasi4.Text:='';
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Waktu;
Waktu2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].Waktu;
Waktu3.Text:='';
Waktu4.Text:='';
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].WaktuMula
i;
Mulai2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].WaktuMula
i;
Mulai3.Text:='';
Mulai4.Text:='';
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].WaktuAkhi
r;
Akhir2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].WaktuAkhi
r;
Akhir3.Text:='';
Akhir4.Text:='';
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JumlahOperasi=3 then
Begin
SB.Position:=1;                                    No2.Text:='2';
SB.Enabled:=False;                                 No3.Text:='3';
No1.Text:='1';                                     No4.Text:='';
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].JOB;
Job2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].JOB;
Job3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].JOB;
Job4.Text:='';
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Operasi
;
Operasi2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].Operasi
;
Operasi3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].Operasi
;
Operasi4.Text:='';
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Waktu;
Waktu2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].Waktu;
Waktu3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].Waktu;
Waktu4.Text:='';
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].WaktuMula
i;
Mulai2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].WaktuMula
i;
Mulai3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].WaktuMula
i;
Mulai4.Text:='';
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].WaktuAkhi
r;
Akhir2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].WaktuAkhi
r;
Akhir3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].WaktuAkhi
r;
Akhir4.Text:='';
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JumlahOperasi>=4 then
Begin
SB.Position:=1;                                    No2.Text:='2';
SB.Enabled:=False;                                 No3.Text:='3';
No1.Text:='1';                                     No4.Text:='4';
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].JOB;
Job2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].JOB;
Job3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].JOB;
Job4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[4].JOB;;
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Operasi
;
Operasi2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].Operasi
;
Operasi3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].Operasi
;
Operasi4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[4].Operasi
;
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].Waktu;
Waktu2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].Waktu;
Waktu3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].Waktu;
Waktu4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[4].Waktu;
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].WaktuMula
i;
Mulai2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].WaktuMula
i;
```

```
Mulai3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].WaktuMula
i;
Mulai4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[4].WaktuMula
i;
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[1].WaktuAkhi
r;
Akhir2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[2].WaktuAkhi
r;
Akhir3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[3].WaktuAkhi
r;
Akhir4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[4].WaktuAkhi
r;
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JumlahOperasi>4 then
Begin
SB.Min:=1;
SB.Max:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JumlahOperasi-3;
SB.SmallChange:=1;                                  SB.Position:=1;
SB.LargeChange:=3;                                  SB.Enabled:=True;
End;
end;
procedure TFormProses.CBChange(Sender: TObject);
begin
if CB.Text<>'' then CB2.Enabled:=True Else CB2.Enabled:=False;
CB2.Items.Clear;
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
if Tampilan.Mesin[i].Nama=CB.Text then MesinTerpilih2:=i;
for i := 1 to Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].JumlahMesin do
Begin
Str(i,DumyString);
CB2.Items.Append(DumyString);
End;
CB2.Text:='1';
MesinKeTerpilih2:=1;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JumlahOperasi=0 then
Begin
SB.Position:=1;                   Job4.Text:='';                    Mulai1.Text:='';
SB.Enabled:=False;                Operasi1.Text:='';                Mulai2.Text:='';
No1.Text:='';                     Operasi2.Text:='';                Mulai3.Text:='';
No2.Text:='';                     Operasi3.Text:='';                Mulai4.Text:='';
No3.Text:='';                     Operasi4.Text:='';                Akhir1.Text:='';
No4.Text:='';                     Waktu1.Text:='';                  Akhir2.Text:='';
Job1.Text:='';                    Waktu2.Text:='';                  Akhir3.Text:='';
Job2.Text:='';                    Waktu3.Text:='';                  Akhir4.Text:='';
Job3.Text:='';                    Waktu4.Text:='';
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JumlahOperasi=1 then
Begin
SB.Position:=1;                                     No2.Text:='';
SB.Enabled:=False;                                  No3.Text:='';
No1.Text:='1';                                      No4.Text:='';
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].JOB;
Job2.Text:='';
Job3.Text:='';
Job4.Text:='';
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].Operasi;
Operasi2.Text:='';
Operasi3.Text:='';
Operasi4.Text:='';
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].Waktu;
Waktu2.Text:='';
Waktu3.Text:='';
Waktu4.Text:='';
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].WaktuMulai;
Mulai2.Text:='';
Mulai3.Text:='';
Mulai4.Text:='';
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].WaktuAkhir;
Akhir2.Text:='';
Akhir3.Text:='';
Akhir4.Text:='';
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JumlahOperasi=2 then
Begin
SB.Position:=1;                                     No2.Text:='2';
SB.Enabled:=False;                                  No3.Text:='';
No1.Text:='1';                                      No4.Text:='';
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].JOB;
Job2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].JOB;
Job3.Text:='';
Job4.Text:='';
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].Operasi;
Operasi2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].Operasi;
Operasi3.Text:='';
Operasi4.Text:='';
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].Waktu;
Waktu2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].Waktu;
Waktu3.Text:='';
Waktu4.Text:='';
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].WaktuMulai;
Mulai2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].WaktuMulai;
```

```
Mulai3.Text:='';
Mulai4.Text:='';
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].WaktuAkhir;
Akhir2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].WaktuAkhir;
Akhir3.Text:='';
Akhir4.Text:='';
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JumlahOperasi=3 then
Begin
SB.Position:=1;                                    No2.Text:='2';
SB.Enabled:=False;                                 No3.Text:='3';
No1.Text:='1';                                     No4.Text:='';
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].JOB;
Job2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].JOB;
Job3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].JOB;
Job4.Text:='';
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].Operasi;
Operasi2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].Operasi;
Operasi3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].Operasi;
Operasi4.Text:='';
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].Waktu;
Waktu2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].Waktu;
Waktu3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].Waktu;
Waktu4.Text:='';
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].WaktuMulai;
Mulai2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].WaktuMulai;
Mulai3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].WaktuMulai;
Mulai4.Text:='';
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].WaktuAkhir;
Akhir2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].WaktuAkhir;
Akhir3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].WaktuAkhir;
Akhir4.Text:='';
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JumlahOperasi>=4 then
Begin
SB.Position:=1;                                    No2.Text:='2';
SB.Enabled:=False;                                 No3.Text:='3';
No1.Text:='1';                                     No4.Text:='4';
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].JOB;
Job2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].JOB;
Job3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].JOB;
Job4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[4].JOB;;
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].Operasi;
Operasi2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].Operasi;
Operasi3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].Operasi;
Operasi4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[4].Operasi;
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].Waktu;
Waktu2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].Waktu;
Waktu3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].Waktu;
Waktu4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[4].Waktu;
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].WaktuMulai;
Mulai2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].WaktuMulai;
Mulai3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].WaktuMulai;
Mulai4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[4].WaktuMulai;
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[1].WaktuAkhir;
Akhir2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[2].WaktuAkhir;
Akhir3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[3].WaktuAkhir;
Akhir4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JobOperasi[4].WaktuAkhir;
End;
if Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[1].JumlahOperasi>4 then
Begin
SB.Min:=1;                                        SB.LargeChange:=3;
SB.Max:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].Mesin      SB.Position:=1;
Ke[1].JumlahOperasi-3;                            SB.Enabled:=True;
SB.SmallChange:=1;
End;
end;
procedure TFormProses.CButtonClick(Sender: TObject);
begin
System.Assign(FKasus,'Case\'+TCase.Text+'.JOB');
{$I-}
 Reset(FKasus);
{$I+}
n:=IORESULT;
Reset(FKasus);
System.Seek(FKasus,0);
Read(FKasus,Kasus);
System.Close(FKasus);
System.Assign(FMesin,'Case\'+TCase.Text+'.MSN');
Reset(FMesin);
System.Seek(FMesin,0);
Read(FMesin,Mesin);
System.Close(FMesin);
{System.Assign(Test,'Temp\Mesin.txt');
Rewrite(Test);
for i := 1 to Mesin.JumMesin do
Begin
Str(Mesin.JumTiapMesin[i],DumyString);
DumyString:=Mesin.Mesin[i]+';'+DumyString;
System.Append(Test);
Writeln(Test,DumyString);
```

```
End;
System.Close(Test);}
System.Assign(FSaveProduk2,'Case\'+TCase.Text+'.ASY');
Reset(FSaveProduk2);
JumlahAssy:=System.FileSize(FSaveProduk2);
JumlahJobOperasiAssy:=0;
for i := 1 to System.Filesize(FSaveProduk2) do
Begin
System.Seek(FSaveProduk2,i-1);
Read(FSaveProduk2,Assembly[Kasus.JumJob+i]);
JumlahJobOperasiAssy:=JumlahJobOperasiAssy+Assembly[Kasus.JumJob+i].JumOperasi;
End;
System.Close(FSaveProduk2);
KasusAssy.JumJob:=JumlahAssy;
for i := 1 to JumlahAssy do
Begin
KasusAssy.Job[i].Nama:=Assembly[Kasus.JumJob+i].NamaProduk;
KasusAssy.Job[i].JumOperasi:=Assembly[Kasus.JumJob+i].JumOperasi;
for j := 1 to Assembly[Kasus.JumJob+i].JumOperasi do
Begin KasusAssy.Job[i].Operasi[j].Nama:=Assembly[Kasus.JumJob+i].Operasi[j].NamaOperasi;
KasusAssy.Job[i].Operasi[j].Waktu:=Assembly[Kasus.JumJob+i].Operasi[j].Waktu;
KasusAssy.Job[i].Operasi[j].Mesin:=Assembly[Kasus.JumJob+i].Operasi[j].Mesin;
KasusAssy.Job[i].Operasi[j].OperasiKe:=j;
End;
End;
for i := 1 to KasusAssy.JumJob do
Kasus.Job[Kasus.JumJob+i]:=KasusAssy.Job[i];
Kasus.JumJob:=Kasus.JumJob+KasusAssy.JumJob;
{System.Assign(Test,'Temp\Assy.txt');
System.Rewrite(Test);
for i := 1 to KasusAssy.JumJob do
Begin
DumyText:=KasusAssy.Job[i].Nama;
System.Append(Test);
Writeln(Test,DumyText);
DumyText:='';
for j := 1 to KasusAssy.Job[i].JumOperasi do
Begin
DumyText:=KasusAssy.Job[i].Operasi[j].Nama;
Str(KasusAssy.Job[i].Operasi[j].Waktu:0:2,DumyString);
DumyText:=DumyText+';'+DumyString+';'+KasusAssy.Job[i].Operasi[j].Mesin+';';
for k := 1 to Assembly[i].Operasi[j].JumPendahulu do
DumyText:=DumyText+Assembly[i].Operasi[j].Pendahulu[k]+';';
System.Append(Test);
Writeln(Test,DumyText);
End;
End;
System.Close(Test);}
if n=0 then
Begin
LCase.Caption:=TCase.Text;                          Str(Kasus.JumJob,DumyString);
Str(Mesin.JumMesin,DumyString);                     TJob.Text:=DumyString;
TMesin.Text:=DumyString;                            Click1:=1;
End;
TCase.Text:='';
  if (Click1+Click2)= 2 then BProses.Enabled:=True;
  if (Click1+Click2)< 2 then BProses.Enabled:=False;
end;
procedure TFormProses.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  Randomize;
  Click1:=0;
  Click2:=0;
end;
procedure TFormProses.PButtonClick(Sender: TObject);
begin
System.Assign(FParameter,'Parameter\'+TParameter.Text+'.PRM');
{$I-}
  Reset(FParameter);
  {$I+}
  n:=IORESULT;
  Reset(FParameter);
  System.Seek(FParameter,0);
  Read(FParameter,Parameter);
  System.Close(FParameter);
  if n=0 then
  Begin
     Click2:=1;                                          Str(Parameter.CR:0:2,DumyString);
     Str(Parameter.T0:0:2,DumyString);                   TCR.Text:=DumyString;
     TT0.Text:=DumyString;                               Str(Parameter.NRep,DumyString);
     Str(Parameter.TMin:0:2,DumyString);                 TNRep.Text:=DumyString;
     TTMin.Text:=DumyString;
  End;
     TParameter.Text:='';
     if (Click1+Click2)= 2 then BProses.Enabled:=True;
     if (Click1+Click2)< 2 then BProses.Enabled:=False;
end;
procedure TFormProses.SBChange(Sender: TObject);
begin
Str(SB.Position+1-1,DumyString);                    Str(SB.Position+2-1,DumyString);
No1.Text:=DumyString;                               No2.Text:=DumyString;
```

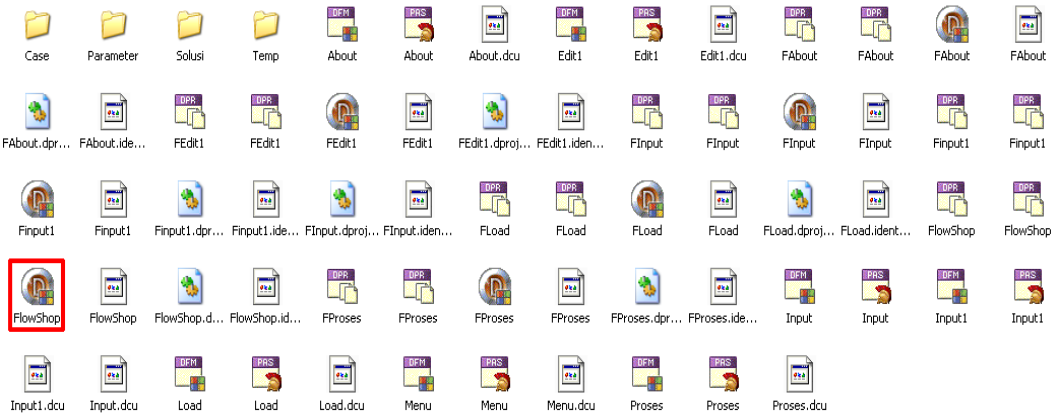
```
Str(SB.Position+3-1,DumyString);                    Str(SB.Position+4-1,DumyString);
No3.Text:=DumyString;                               No4.Text:=DumyString;
Job1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+1-
1].JOB;
Job2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+2-
1].JOB;
Job3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+3-
1].JOB;
Job4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+4-
1].JOB;
Operasi1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Positio
n+1-1].Operasi;
Operasi2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Positio
n+2-1].Operasi;
Operasi3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Positio
n+3-1].Operasi;
Operasi4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Positio
n+4-1].Operasi;
Waktu1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
1-1].Waktu;
Waktu2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
2-1].Waktu;
Waktu3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
3-1].Waktu;
Waktu4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
4-1].Waktu;
Mulai1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
1-1].WaktuMulai;
Mulai2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
2-1].WaktuMulai;
Mulai3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
3-1].WaktuMulai;
Mulai4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
4-1].WaktuMulai;
Akhir1.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
1-1].WaktuAkhir;
Akhir2.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
2-1].WaktuAkhir;
Akhir3.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
3-1].WaktuAkhir;
Akhir4.Text:=Tampilan.Mesin[MesinTerpilih2].MesinKe[MesinKeTerpilih2].JobOperasi[SB.Position+
4-1].WaktuAkhir;
end;
procedure TFormProses.TCaseChange(Sender: TObject);
begin
if TCase.Text<>'' then CButton.Enabled:=True;
if TCase.Text='' then CButton.Enabled:=False;
end;
procedure TFormProses.TT0Change(Sender: TObject);
begin
Val(TT0.Text,Parameter.T0,i);
if (TT0.Text<>'') and (TTMin.Text<>'') and (TCR.Text<>'') and (TNRep.Text<>'') then
CLick2:=1;
if (TT0.Text='') or (TTMin.Text='') or (TCR.Text='') or (TNRep.Text='') then CLick2:=0;
if (Click1+Click2)= 2 then BProses.Enabled:=True;
if (Click1+Click2)< 2 then BProses.Enabled:=False;
end;
procedure TFormProses.TParameterChange(Sender: TObject);
begin
if TParameter.Text<>'' then PButton.Enabled:=True;
if TParameter.Text='' then PButton.Enabled:=False;
end;
procedure TFormProses.TCRChange(Sender: TObject);
begin
Val(TCR.Text,Parameter.CR,i);
if (TT0.Text<>'') and (TTMin.Text<>'') and (TCR.Text<>'') and (TNRep.Text<>'') then
CLick2:=1;
if (TT0.Text='') or (TTMin.Text='') or (TCR.Text='') or (TNRep.Text='') then CLick2:=0;
if (Click1+Click2)= 2 then BProses.Enabled:=True;
if (Click1+Click2)< 2 then BProses.Enabled:=False;
end;
procedure TFormProses.TNRepChange(Sender: TObject);
begin
Val(TNRep.Text,Parameter.NRep,i);
if (TT0.Text<>'') and (TTMin.Text<>'') and (TCR.Text<>'') and (TNRep.Text<>'') then
CLick2:=1;
if (TT0.Text='') or (TTMin.Text='') or (TCR.Text='') or (TNRep.Text='') then CLick2:=0;
if (Click1+Click2)= 2 then BProses.Enabled:=True;
if (Click1+Click2)< 2 then BProses.Enabled:=False;
end;
procedure TFormProses.TTMinChange(Sender: TObject);
begin
Val(TTMin.Text,Parameter.TMin,i);
if (TT0.Text<>'') and (TTMin.Text<>'') and (TCR.Text<>'') and (TNRep.Text<>'') then
CLick2:=1;
if (TT0.Text='') or (TTMin.Text='') or (TCR.Text='') or (TNRep.Text='') then CLick2:=0;
if (Click1+Click2)= 2 then BProses.Enabled:=True;
if (Click1+Click2)< 2 then BProses.Enabled:=False;
end;
end.
```

# LAMPIRAN B

## ( LANGKAH PENGGUNAAN *SOFTWARE* ALGORITMA *SIMULATED ANNEALING* )

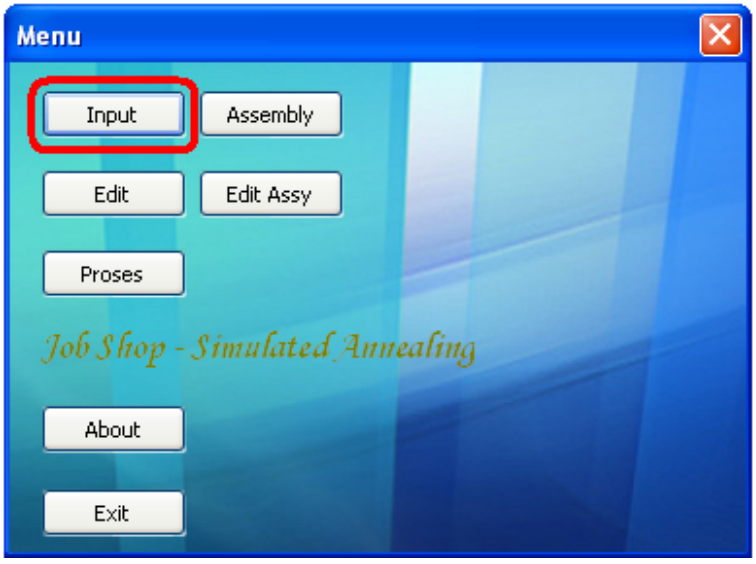
Langkah-langkah penggunaan *software* Algoritma *Simulated Annealing* yang digunakan di dalam Laporan Tugas Akhir ini, adalah :

1. Pilih menu *flowshop* dari tampilan menu hasil pembuatan *software* Algoritma *Simulated Annealing*.




Gambar A.1
Pilihan Menu Awal *Software* Algoritma *Simulated Annealing*

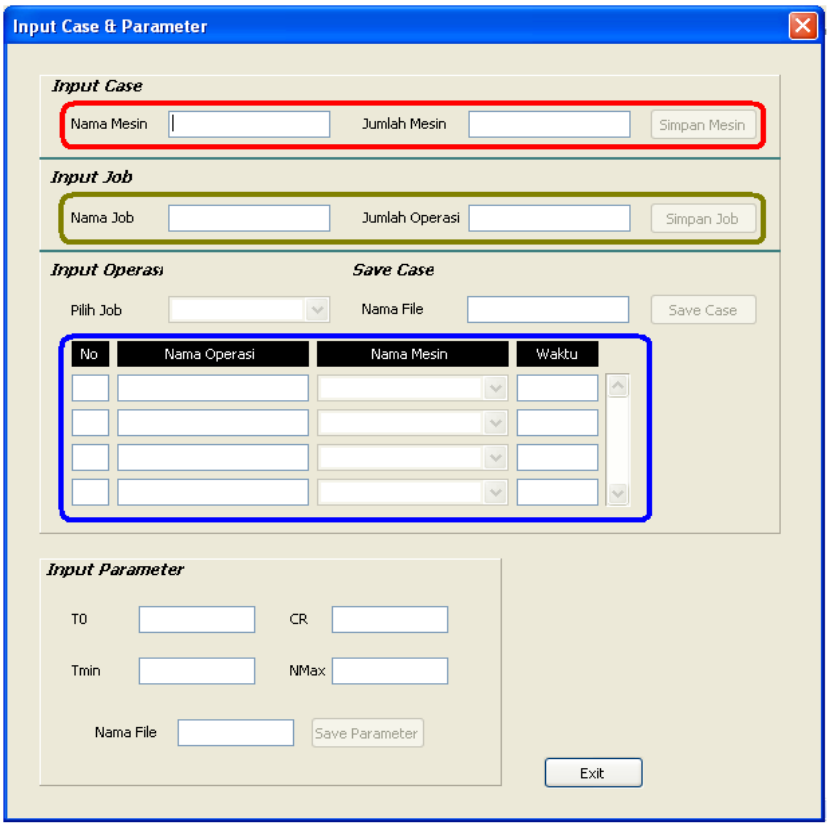
2. Berikut ini adalah tampilan awal *software* Algoritma *Simulated Annealing*.




Gambar A.2
Tampilan Menu Awal *Software* Algoritma *Simulated Annealing*

Dari tampilan menu awal *software*, pilih tombol *input*. Fungsinya untuk memasukkan data-data yang dibutuhkan untuk penjadwalan *job shop*.

3. Berikut ini adalah tampilan untuk *input* data penjadwalan *job shop*. Data yang dimasukkan belum termasuk data perakitan. Data perakitan baru akan dimasukkan pada menu *assembly*. Data-data yang dimasukkan antara lain :
   - Nama dan jumlah mesin yang digunakan (semua jenis mesin yang digunakan, baik untuk pembuatan komponen maupun bagian perakitan).
   - Nama *job* dan jumlah operasi untuk masing-masing *job* (hanya bagian komponen).
   - Waktu proses untuk setiap operasi pada setiap mesin (hanya bagian komponen).



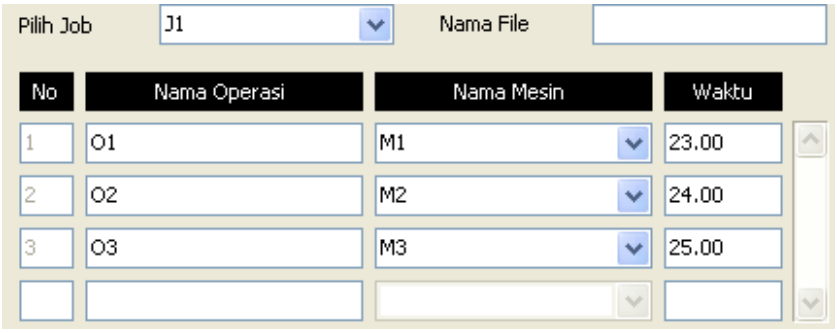

Gambar A.3
Tampilan *Input* Data Penjadwalan *Job Shop*

Pada bagian *input* parameter, besarnya nilai parameter yang diinginkan dapat dimasukkan sekarang atau bisa juga pada saat menekan tombol *process*. Berikut ini adalah penjelasan mengenai cara pengisian data-data yang telah disebutkan di atas.

- Pertama, pada bagian *input* operasi → bagian isian pilih *job*, pilih menu *scroll bar* untuk memilih *job* yang akan di*input* waktu prosesnya.

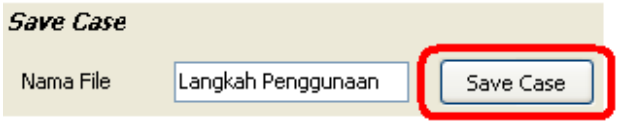
Gambar A.4
Pilihan Menu *Scroll Bar* Pada Bagian *Input* Operasi

- Setelah memilih salah satu *job*, lihat kolom-kolom yang ada di bawahnya. Kolom tersebut akan diisi dengan nama operasi, nama mesin, dan waktu proses yang relevan dengan *job* terkait. Pada saat mengisi jenis mesin yang akan digunakan, pilih menu *scroll bar* pada kolom nama mesin.




Gambar A.5
Cara Mengisi Nama Operasi, Nama Mesin, dan Waktu Proses

4. Setelah selesai melakukan *input* semua data, simpan data sesuai dengan nama yang diinginkan dan tekan tombol *save case*. Lalu keluar dari menu *input case & parameter*.

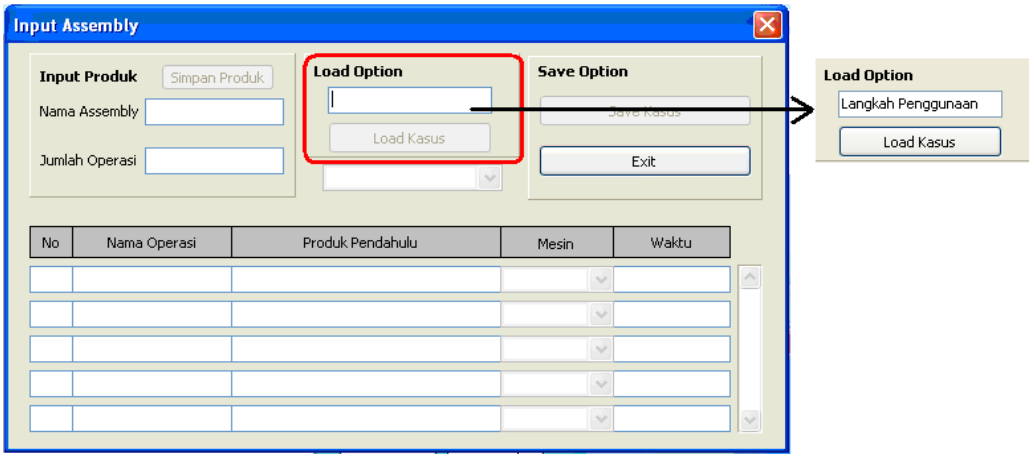



Gambar A.6
Simpan Data *Case & Parameter*

5. Setelah selesai dengan tombol *input*, pilih tombol *assembly*. Tombol ini berfungsi untuk memasukkan semua data yang berhubungan dengan bagian perakitan, kecuali dalam hal penggunaan mesin.

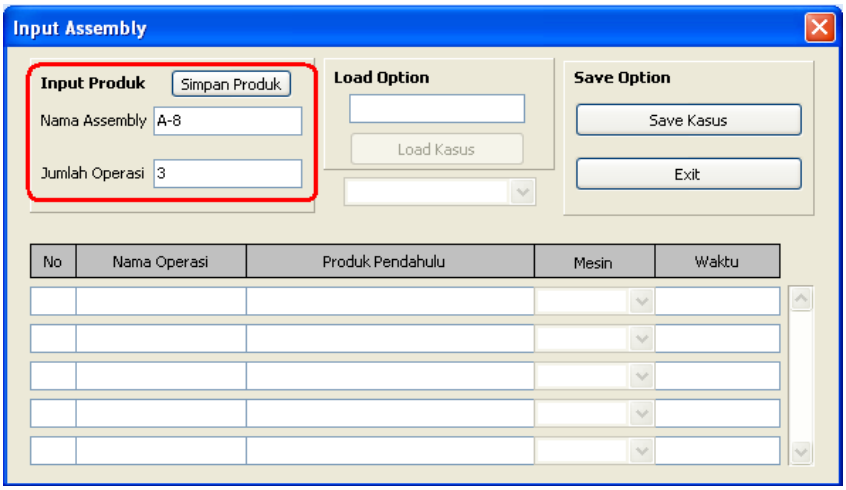
Gambar A.7
Tampilan Pilihan Tombol *Assembly*

6. Pada bagian ini, langkah awal yang dilakukan adalah dengan memanggil data (*load data*) pada bagian yang ditandai dengan warna merah. Ketik nama data. Nama data harus sama dengan yang terdapat pada bagian *input data*, *save case*.



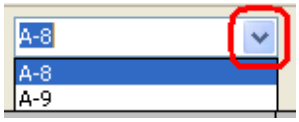

Gambar A.8
*Input Assembly*

7. Setelah *load data*, masukkan data *assembly* ke dalam bagian isian ‘nama *assembly*’ dan ‘jumlah operasi’ dari setiap bagian *assembly*. Setelah selesai, pilih tombol simpan produk.




Gambar A.9
Cara Mengisi Nama *Assembly* dan Jumlah Operasi

8. Setelah selesai melakukan *input* data, pilih tombol *scroll bar* yang posisinya berada di bawah bagian isian '*load option*'.



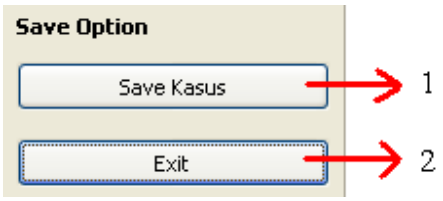

Gambar A.10
Menu *Scroll Bar* Pada Bagian *Input Assembly*

9. Setelah memilih salah satu *job assembly*, lihat kolom-kolom yang ada di bawahnya. Kolom tersebut akan diisi dengan nama operasi, produk pendahulu, nama mesin, dan waktu proses yang relevan dengan *job assembly* terkait. Pada saat mengisi jenis mesin yang akan digunakan, pilih menu *scroll bar* pada kolom nama mesin. Bagian isian produk pendahulu diisi dengan *job* pembentuk atau komponen pembentuk dari bagian *assembly*. Biasanya terdapat lebih dari dua komponen pembentuk.

| No | Nama Operasi | Produk Pendahulu | Mesin | Waktu |
|---|---|---|---|---|
| 1 | O1 | J1;J2 | M1 | 12.000 |
| 2 | O2 | | M2 | 13.000 |
| 3 | O3 | | M3 | 14.000 |

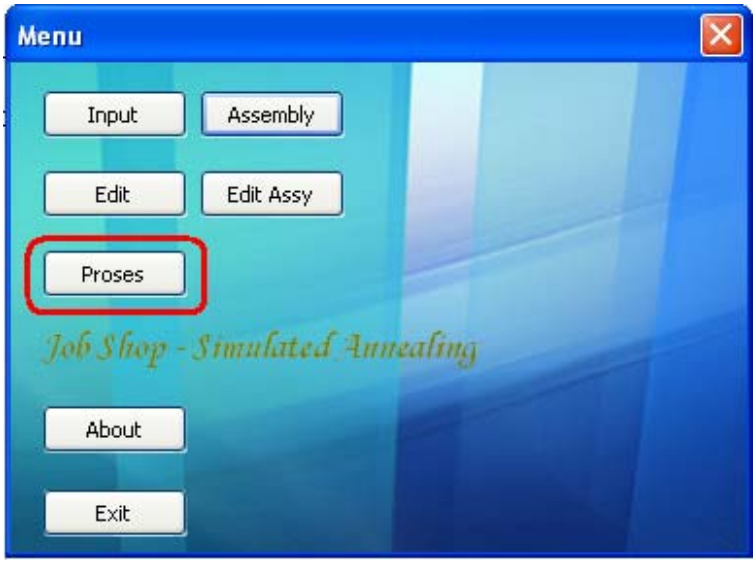
Gambar A.11
Cara Mengisi Nama Operasi, Produk Pendahulu, Nama Mesin, dan Waktu Proses

10. Setelah selesai melakukan *input* semua data *assembly*, simpan data dengan menekan tombol *save* kasus (1). Lalu keluar dari menu *input assembly* (2).



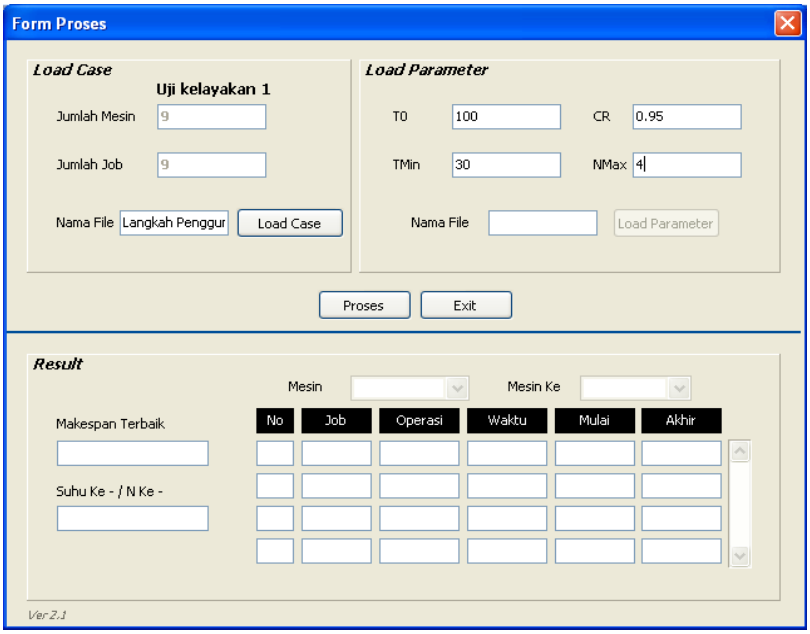

Gambar A.12
Simpan Data *Assembly*

11. Setelah selesai melakukan *input* semua data, pada tampilan menu awal pilih tombol proses.




Gambar A.13
Tampilan Pilihan Tombol Proses

12. Berikut ini, adalah tampilan dari pilihan tombol proses. Pada bagian isian nama *file*, masukkan nama sesuai dengan nama data yang telah disimpan sebelumnya. Dan pada bagian isian parameter, isi sesuai dengan nilai parameter yang diinginkan. Setelah selesai, tekan tombol proses untuk memulai pengolahan data.

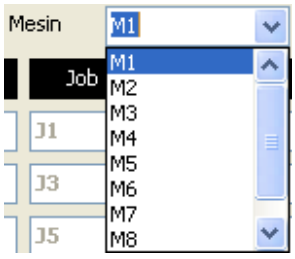



Gambar A.14
*Form* Proses

13. Berikut ini tampilan hasil pengolahan data dengan menggunakan *software*.

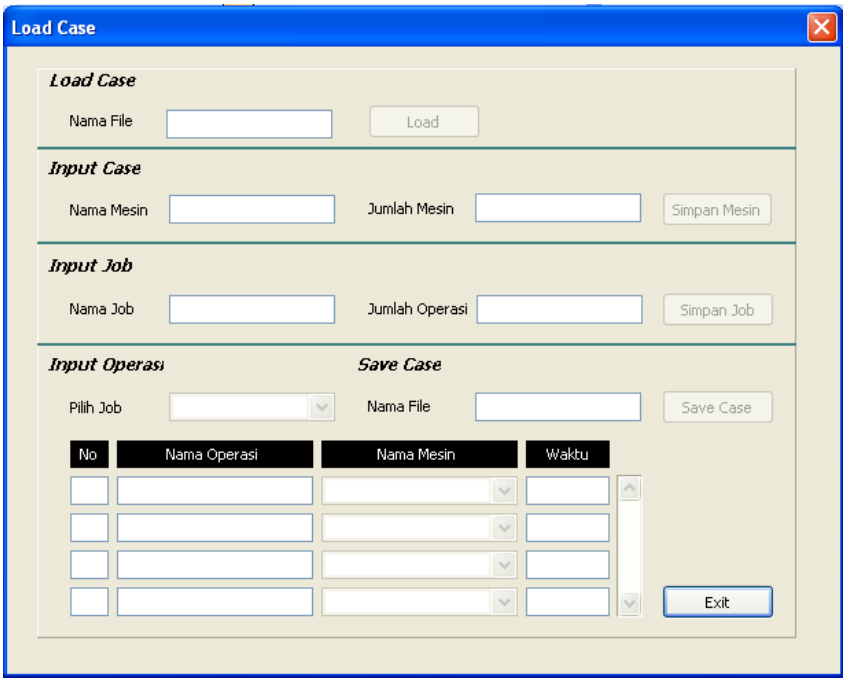
Gambar A.15
Hasil Proses

Untuk melihat hasil penjadwalan dari setiap mesin, pilih tombol *scroll bar* mada bagian isian mesin.

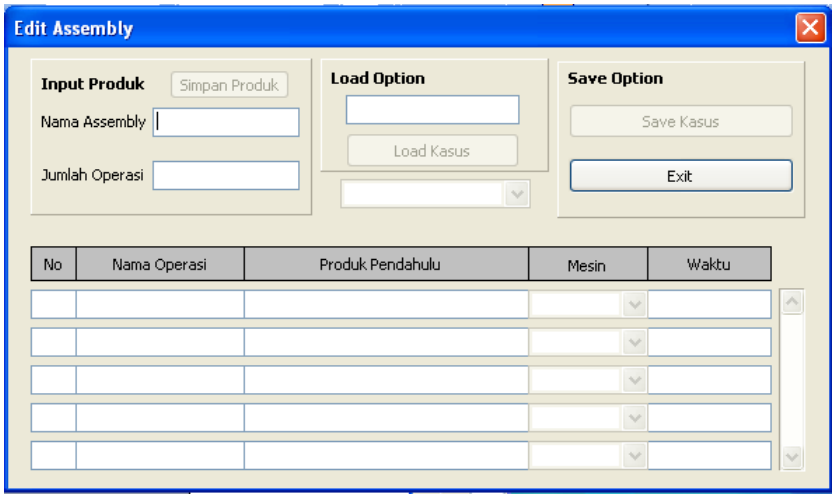



Gambar A.16
Menu *Scroll Bar* Pada Bagian Proses

14. Pada menu awal, terdapat tombol *edit* dan *edit assy*. Fungsi dari tombol *edit* adalah untuk melakukan perubahan terhadap data yang telah dimasukkan ke dalam menu *input* dan fungsi dari tombol *edit assy* adalah untuk melakukan perubahan terhadap data yang telah dimasukkan ke dalam menu *assembly*.




Gambar A.17
Tampilan Pilihan Tombol *Edit*




Gambar A.18
Tampilan Pilihan Tombol *Edit Assembly*

# LAMPIRAN C

## ( UJI VALIDASI *SOFTWARE* )

Masalah penjadwalan *job shop* merupakan salah satu masalah optimasi kombinatorial non-deterministik dengan sifat waktu yang bervariasi sehingga untuk menemukan hasil yang optimal akan dibutuhkan waktu komputasi yang semakin besar seiring dengan membesarnya nilai parameter yang digunakan. Oleh karena itu, di dalam Laporan Tugas Akhir ini penulis membuat suatu *software* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan *job shop*.

Pembuatan *software* disesuaikan dengan konsep perhitungan Algoritma *Simulated Annealing*. Namun, dibutuhkan suatu bukti untuk mengetahui kesesuaian dari *software* yang dibuat. Untuk itu dilakukan uji validasi *software* secara sederhana dengan menggunakan sebuah kasus *job shop* dan pembuatan kasus harus dapat mewakili konsep perhitungan Algoritma *Simulated Annealing* secara keseluruhan. Kasus tersebut akan diolah secara manual dan dengan *software*, kemudian akan dibandingkan pada setiap tahapnya. Berikut ini adalah contoh kasus yang akan digunakan untuk uji validasi *software*.

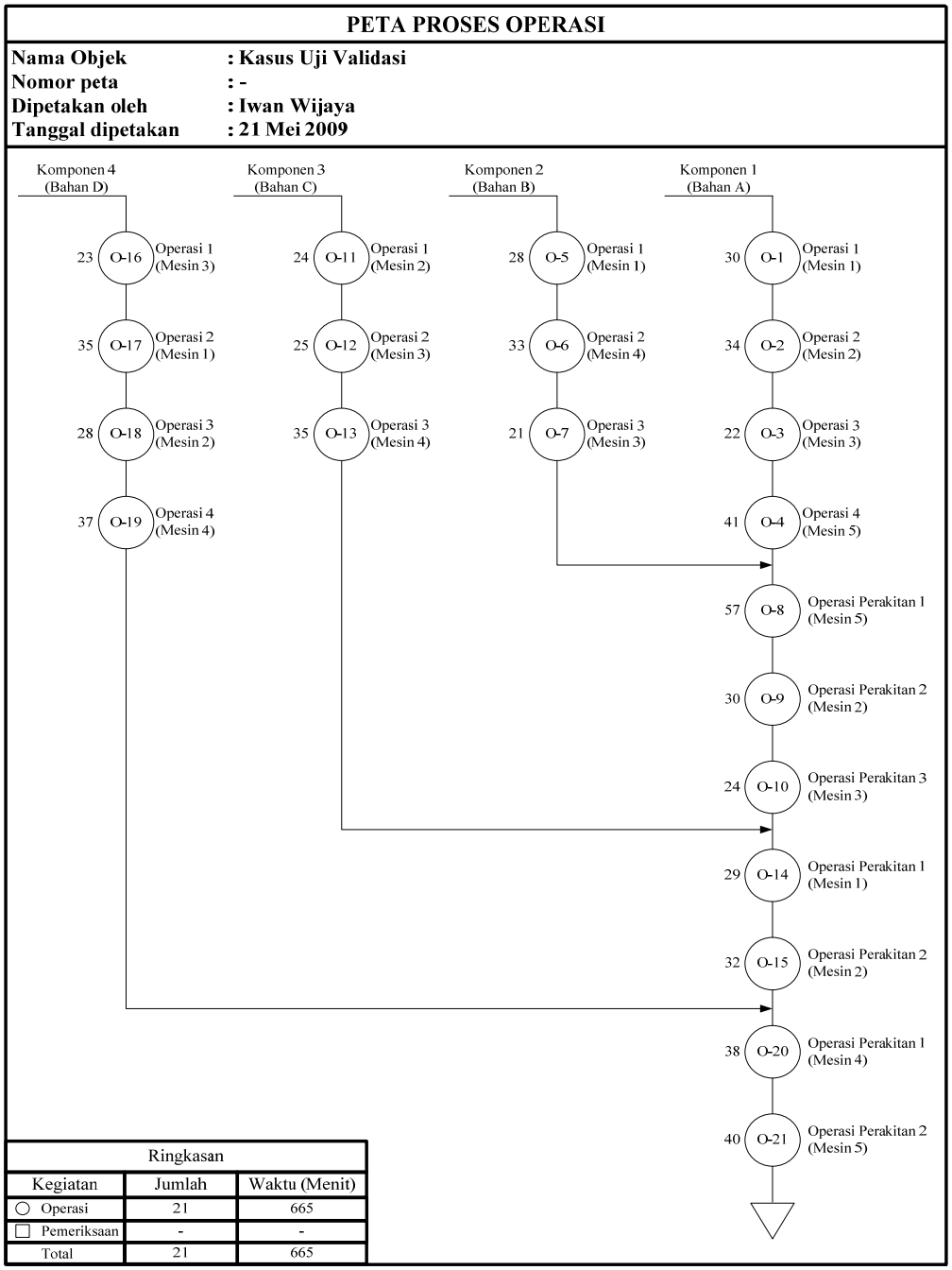
Tabel C.1
Matriks Waktu Operasi

| Job | Operation | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 30 | 34 | 22 | 41 |
| 2 | 28 | 33 | 21 | - |
| 3 | 24 | 25 | 35 | - |
| 4 | 23 | 35 | 28 | 37 |
| A-5 | 57 | 30 | 24 | - |
| A-6 | 29 | 32 | - | - |
| A-7 | 38 | 40 | - | - |

Tabel C.2
Matriks *Routing* Mesin

| Job | Operation | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 2 | 1 | 4 | 3 | - |
| 3 | 2 | 3 | 4 | - |
| 4 | 3 | 1 | 2 | 4 |
| A-5 | 5 | 2 | 3 | - |
| A-6 | 1 | 2 | - | - |
| A-7 | 4 | 5 | - | - |

Gambar berikut ini berisi peta proses operasi untuk contoh kasus uji validasi Tujuan pembuatan peta proses operasi adalah untuk mengetahui batas antara bagian-bagian komponen dengan bagian-bagian perakitan.




Gambar C.1
Peta Proses Operasi Kasus Uji Validasi *Software*

## C.1. Pengolahan Data Kasus Uji Validasi Secara Manual

- Pembuatan jadwal awal Algoritma *Simulated Annealing* dengan metode aktif

Tabel C.3
Penjadwalan Kasus Uji Validasi *Sofware* Dengan Metode Aktif

| Stage | Mesin | | | | | St | | | Cj | tj | rj | r * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 30 | 30 | | | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 3 |
| | | | | | | 2 | 1 | 1 | 0 | 28 | 28 | | | | | | | | |
| | | | | | | 3 | 1 | 2 | 0 | 24 | 24 | | | | | | | | |
| | | | | | | 4 | 1 | 3 | 0 | 23 | 23 | 23 | 3 | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 30 | 30 | | | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| | | | | | | 2 | 1 | 1 | 0 | 28 | 28 | | | | | | | | |
| | | | | | | 3 | 1 | 2 | 0 | 24 | 24 | 24 | 2 | | | | | | |
| | | | | | | 4 | 2 | 1 | 23 | 35 | 58 | | | | | | | | |
| 2 | 0 | 24 | 23 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 30 | 30 | | | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | | | | | | 2 | 1 | 1 | 0 | 28 | 28 | 28 | 1 | | | | | | |
| | | | | | | 3 | 2 | 3 | 24 | 25 | 49 | | | | | | | | |
| | | | | | | 4 | 2 | 1 | 23 | 35 | 58 | | | | | | | | |
| 3 | 28 | 24 | 23 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 28 | 30 | 58 | | | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| | | | | | | 2 | 2 | 4 | 28 | 33 | 61 | | | | | | | | |
| | | | | | | 3 | 2 | 3 | 24 | 25 | 49 | 49 | 3 | | | | | | |
| | | | | | | 4 | 2 | 1 | 28 | 35 | 63 | | | | | | | | |
| 4 | 28 | 24 | 49 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 28 | 30 | 58 | 58 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | | | | 2 | 2 | 4 | 28 | 33 | 61 | | | | | | | | |
| | | | | | | 3 | 3 | 4 | 49 | 35 | 84 | | | | | | | | |
| | | | | | | 4 | 2 | 1 | 28 | 35 | 63 | | | | | | | | |
| 5 | 58 | 24 | 49 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 58 | 34 | 92 | | | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 |
| | | | | | | 2 | 2 | 4 | 28 | 33 | 61 | 61 | 4 | | | | | | |
| | | | | | | 3 | 3 | 4 | 49 | 35 | 84 | | | | | | | | |
| | | | | | | 4 | 2 | 1 | 58 | 35 | 93 | | | | | | | | |
| 6 | 58 | 24 | 49 | 61 | 0 | 1 | 2 | 2 | 58 | 34 | 92 | | | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| | | | | | | 2 | 3 | 3 | 61 | 21 | 82 | 82 | 3 | | | | | | |
| | | | | | | 3 | 3 | 4 | 61 | 35 | 96 | | | | | | | | |
| | | | | | | 4 | 2 | 1 | 58 | 35 | 93 | | | | | | | | |

= *Job* / operasi yang dijadwalkan

Tabel C.3
Penjadwalan Kasus Uji Validasi *Sofware* Dengan Metode Aktif (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | St | Cj | tj | rj | r * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | |
| 7 | 58 | 24 | 82 | 61 | 0 | 1 2 2 | 58 | 34 | 92 | 92 | 2 | 1 2 2 | 1 2 2 |
| | | | | | | 3 3 4 | 61 | 35 | 96 | | | | |
| | | | | | | 4 2 1 | 58 | 35 | 93 | | | | |
| 8 | 58 | 92 | 82 | 61 | 0 | 1 3 3 | 92 | 22 | 114 | | | 4 2 1 | 4 2 1 |
| | | | | | | 3 3 4 | 61 | 35 | 96 | | | | |
| | | | | | | 4 2 1 | 58 | 35 | 93 | 93 | 1 | | |
| 9 | 93 | 92 | 82 | 61 | 0 | 1 3 3 | 92 | 22 | 114 | | | 3 3 4 | 3 3 4 |
| | | | | | | 3 3 4 | 61 | 35 | 96 | 96 | 4 | | |
| | | | | | | 4 3 2 | 93 | 28 | 121 | | | | |
| 10 | 93 | 92 | 82 | 96 | 0 | 1 3 3 | 92 | 22 | 114 | 114 | 3 | 1 3 3 | 1 3 3 |
| | | | | | | 4 3 2 | 93 | 28 | 121 | | | | |
| 11 | 93 | 92 | 114 | 96 | 0 | 1 4 5 | 114 | 41 | 155 | | | 4 3 2 | 4 3 2 |
| | | | | | | 4 3 2 | 93 | 28 | 121 | 121 | 2 | | |
| 12 | 93 | 121 | 114 | 96 | 0 | 1 4 5 | 114 | 41 | 155 | 155 | 5 | 1 4 5 | 1 4 5 |
| | | | | | | 4 4 4 | 121 | 37 | 158 | | | | |
| 13 | 93 | 121 | 114 | 96 | 155 | 4 4 4 | 121 | 37 | 158 | 158 | 4 | 4 4 4 | 4 4 4 |
| | | | | | | A-5 1 5 | 155 | 57 | 212 | | | | |
| 14 | 93 | 121 | 114 | 158 | 155 | A-5 1 5 | 155 | 57 | 212 | 212 | 5 | A-5 1 5 | A-5 1 5 |
| 15 | 93 | 121 | 114 | 158 | 212 | A-5 2 2 | 212 | 30 | 242 | 242 | 2 | A-5 2 2 | A-5 2 2 |
| 16 | 93 | 242 | 114 | 158 | 212 | A-5 3 3 | 242 | 24 | 266 | 266 | 3 | A-5 3 3 | A-5 3 3 |
| 17 | 93 | 242 | 266 | 158 | 212 | A-6 1 1 | 266 | 29 | 295 | 295 | 1 | A-6 1 1 | A-6 1 1 |
| 18 | 295 | 242 | 266 | 158 | 212 | A-6 2 2 | 295 | 32 | 327 | 327 | 2 | A-6 2 2 | A-6 2 2 |
| 19 | 295 | 327 | 266 | 158 | 212 | A-7 1 4 | 327 | 38 | 365 | 365 | 4 | A-7 1 4 | A-7 1 4 |
| 20 | 295 | 327 | 266 | 365 | 212 | A-7 2 5 | 365 | 40 | 405 | 405 | 5 | A-7 2 5 | A-7 2 5 |

*Makespan* = 405 Menit

Nilai *Makespan* dari metode aktif akan digunakan sebagai solusi awal (f (A0)) dan sekaligus sebagai solusi terbaik (f (C0)) dari Algoritma *Simulated Annealing*.

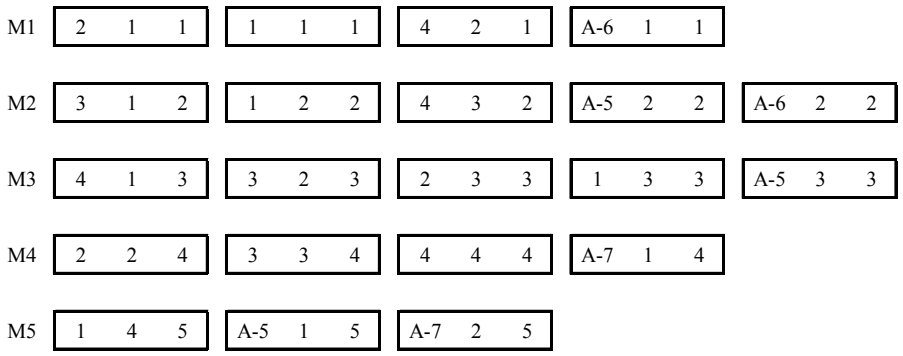
- Pembuatan jadwal *job shop* dengan Algoritma *Simulated Annealing*

Tujuan dari pembuatan kasus uji validasi ini hanya untuk mengetahui kesesuaian hasil perhitungan yang didapat antara manual dengan *software*. Oleh karena itu, pada kasus ini tidak menggunakan nilai parameter yang terbaik. Nilai parameter yang digunakan, yaitu :

- Temperatur Awal ($T_0$) = 100 $^0$C
- *Cooling Rate* (CR) = 0.75
- Temperatur Minimum ($T_{min}$) = 30 $^0$C
- Replikasi Maksimum ($N_{max}$) = 3

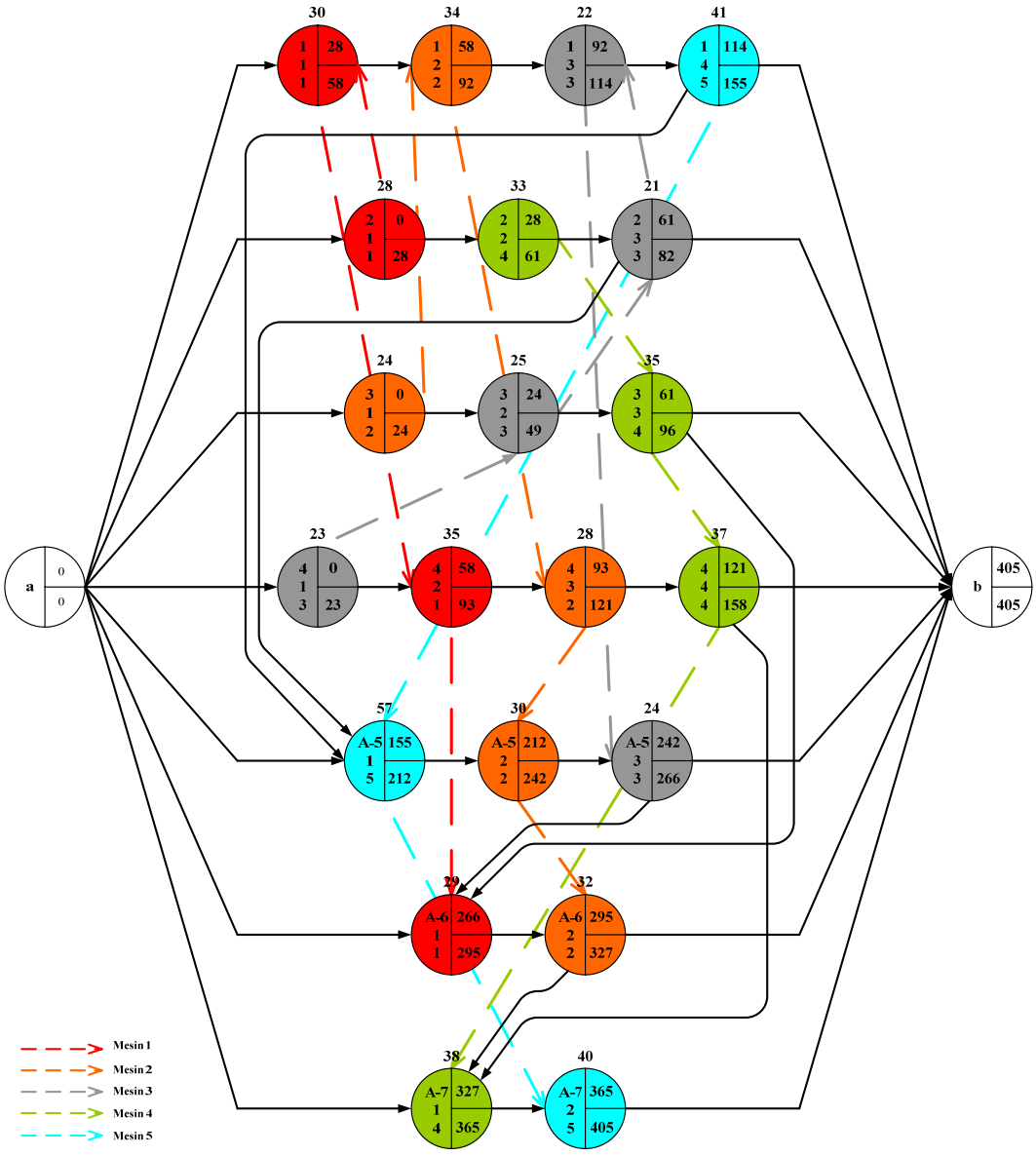
Menurut nilai parameter yang digunakan, terdapat lima kali penurunan temperatur dengan masing-masing temperatur memiliki maksimum kesempatan untuk melakukan replikasi sebanyak tiga kali. Dengan *range* temperatur seperti ini, diharapkan dapat mewakili konsep perhitungan Algoritma *Simulated Annealing* secara keseluruhan.

Gambar berikut ini berisi hasil penjadwalan operasi untuk setiap mesin yang diperoleh dari hasil perhitungan penjadwalan dengan metode aktif.




Gambar C.2
Penggunaan Mesin Berdasarkan Hasil Penjadwalan Metode Aktif

Gambarkan *graph* awal *job shop* berdasarkan hasil perhitungan penjadwalan dengan metode aktif. Pada *graph* awal definisikan busur-busur *disjunctive*, yaitu suatu busur yang menghubungkan operasi-operasi yang memiliki kesamaan dalam penggunaan mesin. Urutan busur *disjunctive* harus disesuaikan dengan urutan penjadwalan operasi pada mesin yang bersangkutan. Gambar berikut ini berisi *graph* awal yang sudah dilengkapi dengan busur *disjunctive*.




Gambar C.3
*Graph* Awal Untuk T = 100 $^{0}$C (Dari Metode Aktif)

Dari *graph* awal di atas definisikan lintasan kritisnya, yaitu lintasan yang memberikan nilai *makespan* terbesar. Tujuan dibuatnya lintasan kritis adalah untuk mengetahui operasi-operasi yang dapat ditukar sehingga menyebabkan terjadinya perubahan nilai *makespan*. Tabel berikut ini berisi lintasan kritis yang dihasilkan dari *graph* awal T = 100 $^{0}$C.

Tabel C.4
Lintasan Kritis *Graph* Awal T = 100 $^0$C

| Temperatur Sekarang ($^0$C) | No. | Lintasan Kritis | | | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 $^0$C | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 28 |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 28 | 58 |
| | 3 | 1 | 2 | 2 | 58 | 92 |
| | 4 | 1 | 3 | 3 | 92 | 114 |
| | 5 | 1 | 4 | 5 | 114 | 155 |
| | 6 | A-5 | 1 | 5 | 155 | 212 |
| | 7 | A-5 | 2 | 2 | 212 | 242 |
| | 8 | A-5 | 3 | 3 | 242 | 266 |
| | 9 | A-6 | 1 | 1 | 266 | 295 |
| | 10 | A-6 | 2 | 2 | 295 | 327 |
| | 11 | A-7 | 1 | 4 | 327 | 365 |
| | 12 | A-7 | 2 | 5 | 365 | 405 |

Dari lintasan kritis di atas, operasi-operasi yang dapat ditukar hanya operasi 2 | 1 | 1 dengan operasi 1 | 1 | 1. Hal ini dikarenakan pertukaran operasi hanya dapat dilakukan pada dua operasi bersebelahan yang menggunakan mesin yang sama dan pertukaran operasi tidak boleh melanggar urutan operasi terutama pada *job* di bagian perakitan. Langkah-langkah berikut ini adalah langkah perhitungan Algoritma *Simulated Annealing* pada temperatur 100 $^0$C.

T = 100 $^0$C, Langkah 1: Set T = $T_0$ dan set N = 1

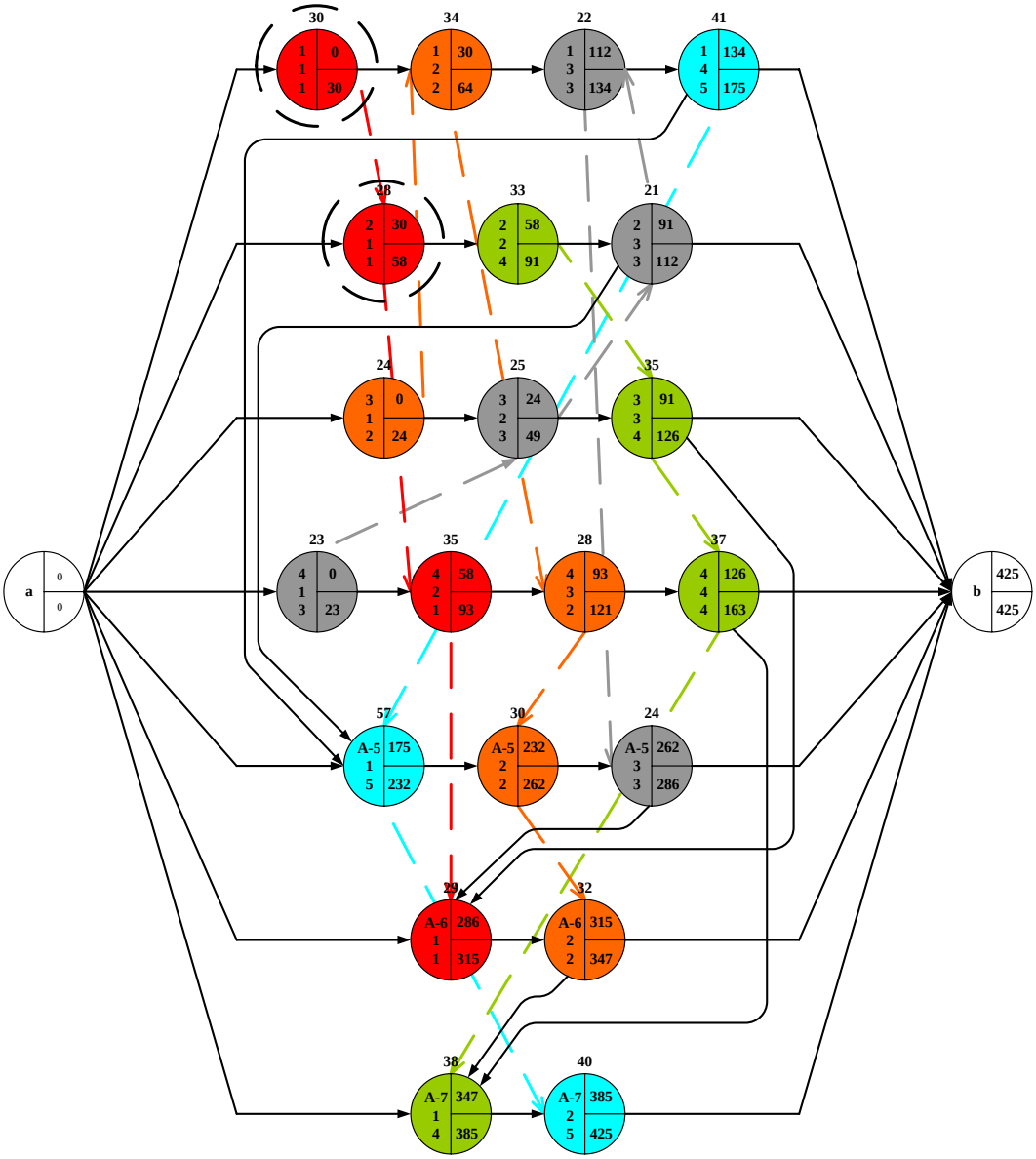
Pada langkah awal, ditetapkan nilai dari temperatur sekarang (T) adalah sama dengan nilai dari temperatur awal, yaitu sebesar 100 $^0$C. Selain itu, tetapkan juga urutan replikasi pada temperatur sekarang yaitu urutan replikasi ke-1 (N = 1).

T = 100 $^0$C, Langkah 2 : Membuat solusi tetangga untuk T = 100 $^0$C dan N = 1

Lakukan pencarian solusi tetangga, yaitu dengan cara menukar dua operasi secara berurutan yang memiliki kesamaan penggunaan mesin dan terdapat di dalam lintasan kritis. Pada langkah ini, pertukaran operasi hanya dapat dilakukan pada operasi 2 | 1 | 1 dengan operasi 1 | 1 | 1.

T = 100 $^{0}$C, Langkah 3 : Definisikan busur *disjunctive* dan hitung *makespan*

Gambarkan busur *disjunctive* pada *graph* hasil pertukaran operasi. Perubahan arah panah dari busur *disjunctive* disesuaikan dengan pertukaran urutan penjadwalan operasi pada mesin terkait. Dari hasil pertukaran operasi, diperoleh *makespan* solusi tetangga (f ($B_0$)) sebesar 425 menit.




Gambar C.4
*Graph* Pertukaran Operasi Pada T = 100 $^{0}$C dan N = 1 (2 | 1 | 1 ↔ 1 | 1 | 1)

T = 100 $^0$C, Langkah 4 : Menghitung perbedaan *makespan* f ($A_0$) dengan f ($B_0$)

f ($A_0$) = 405 menit

f ($B_0$) = 425 menit

Sehingga,

$$\delta f = f(B_0) - f(A_0)$$
$$\delta f = 425 - 405$$
$$\delta f = 20$$

Karena nilai δf lebih besar dari nol maka lakukan perhitungan probabilitas penerimaan solusi tetangga (f($B_0$)) untuk mengetahui besarnya kemungkinan solusi tetangga dapat diterima sebagai solusi sekarang yang baru.

T = 100 $^0$C, Langkah 5 : Hitung probabilitas penerimaan solusi tetangga (f $B_0$))

$$Pa = \exp(-\delta f / T)$$
$$Pa = \exp(-20/100)$$
$$Pa = 0.82$$

T = 100 $^0$C, Langkah 6 : Bangkitkan bilangan *random*, tetapkan solusi sekarang

Bilangan random = 0.10

Bilangan *random* lebih kecil dari nilai probabilitas penerimaan solusi tetangga sehingga solusi tetangga diterima sebagai solusi sekarang yang baru.

| f ($A_0$) = f ($B_0$) = 425 |
|---|

T = 100 $^0$C, Langkah 7 : Membandingkan nilai f($A_0$) dengan f($C_0$)

f ($A_0$) = 425 menit

f ($C_0$) = 405 menit

Nilai f ($A_0$) lebih besar dari nilai f ($C_0$). Oleh karena itu, nilai dari f ($C_0$) sama sekali tidak mengalami perubahan.

| f ($C_0$) = 405 |
|---|

T = 100 $^0$C, Langkah 8 : Kesimpulan untuk T = 100 $^0$C dan N = 1

f($A_0$) = 425 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 100 $^0$C ; N = 1)

f($C_0$) = 405 menit (berasal dari solusi metode aktif)

**Periksa**, apakah $N = N_{max}$

Sesuai dengan pertukaran operasi yang dihasilkan dari lintasan kritis *graph* awal, hanya ada satu kemungkinan pertukaran operasi dan pertukaran tersebut telah dilakukan. Oleh karena itu, pada temperatur 100 $^0$C nilai N dianggap sudah mencapai nilai $N_{max}$ dan pencarian solusi tidak dilanjutkan.

**Penurunan Temperatur Untuk Langkah Selanjutnya**

Penurunan temperatur dilakukan karena pada temperatur 100 $^0$C nilai N dianggap telah mencapai nilai $N_{max}$. Temperatur diturunkan menjadi :

$$T = T \times CR \rightarrow T = 100 \times 0.75 = 75\ ^0C$$

**Periksa**, apakah $T \leq T_{min}$

Temperatur sekarang masih lebih besar dari temperatur minimum sehingga algoritma dilanjutkan dengan mendefinisikan lintasan kritis sesuai *graph* yang berasal dari hasil replikasi solusi sekarang ($f(A_0)$) yang diterima terakhir yaitu pada N ke 1, temperatur 100 $^0$C. Tampilan *graph* dapat dilihat pada gambar A.4. Tabel berikut ini berisi lintasan kritis yang baru.

Tabel A.5
Lintasan Kritis *Graph* Awal T = 75 $^0$C

| Temperatur Sekarang ($^0$C) | No. | Lintasan Kritis | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|
| 75 $^0$C | 1 | 1 1 1 | 0 | 30 |
| | 2 | 2 1 1 | 30 | 58 |
| | 3 | 2 2 4 | 58 | 91 |
| | 4 | 2 3 3 | 91 | 112 |
| | 5 | 1 3 3 | 112 | 134 |
| | 6 | 1 4 5 | 134 | 175 |
| | 7 | A-5 1 5 | 175 | 232 |
| | 8 | A-5 2 2 | 232 | 262 |
| | 9 | A-5 3 3 | 262 | 286 |
| | 10 | A-6 1 1 | 286 | 315 |
| | 11 | A-6 2 2 | 315 | 347 |
| | 12 | A-7 1 4 | 347 | 385 |
| | 13 | A-7 2 5 | 385 | 425 |

Langkah-langkah berikut ini adalah langkah perhitungan Algoritma *Simulated Annealing* pada temperatur 75 $^0$C.

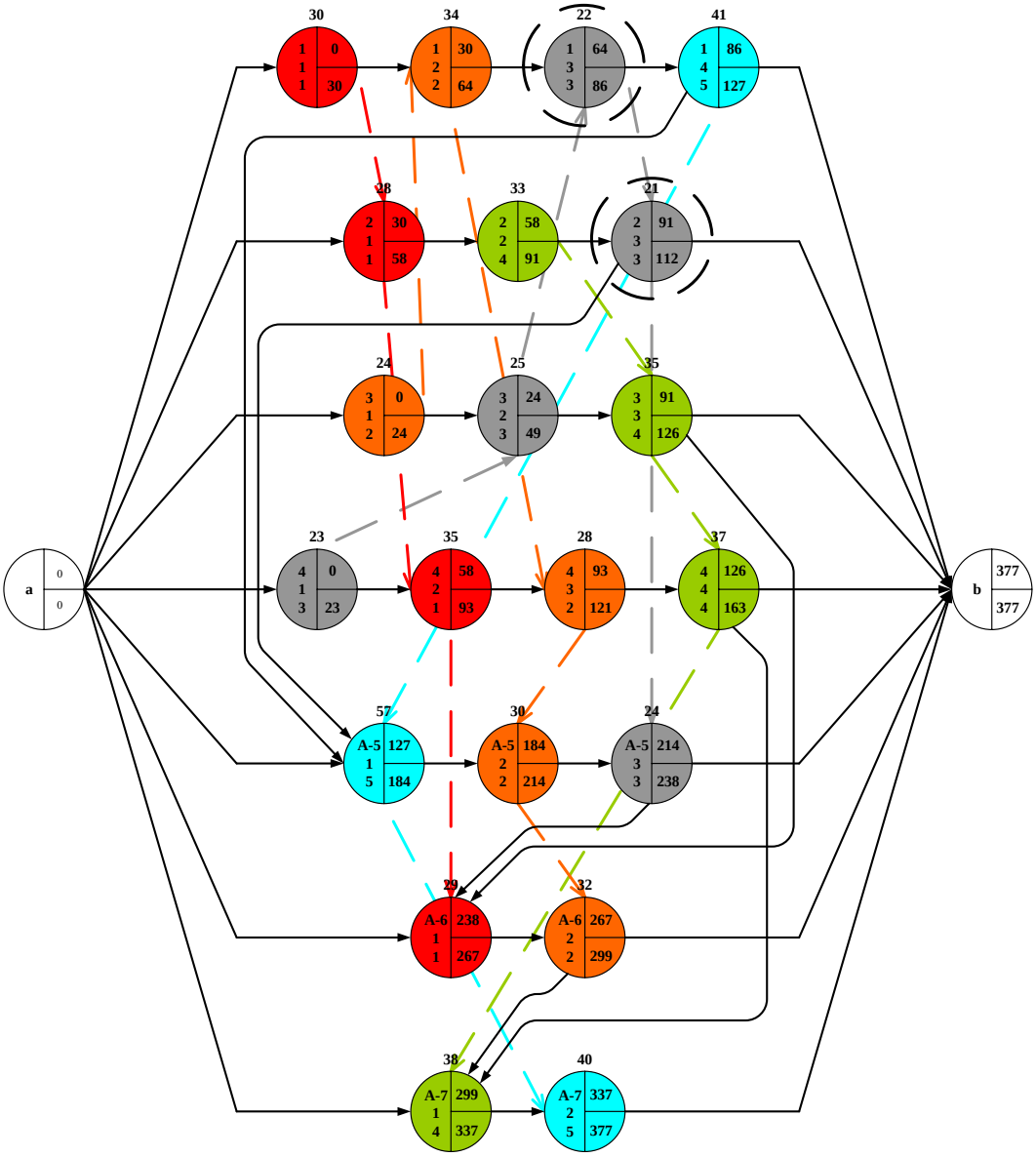
T = 75 $^0$C, Langkah 1 : Set T = 75 $^0$C dan set N = 1

T = 75 $^0$C, Langkah 2 : Membuat solusi tetangga untuk T = 75 $^0$C dan N = 1

Lakukan pertukaran pada operasi 2 | 3 | 3 dengan operasi 1 | 3 | 3.

T = 75 $^0$C, Langkah 3 : Definisikan busur *disjunctive* dan hitung *makespan*

Gambarkan busur *disjunctive* pada *graph* hasil pertukaran operasi. Dari hasil pertukaran operasi, diperoleh *makespan* solusi tetangga (f ($B_0$)) sebesar 377 menit.




Gambar C.5
*Graph* Pertukaran Operasi Pada T = 75 $^0$C dan N = 1 (2 | 3 | 3 ↔ 1 | 3 | 3)

T = 75 $^0$C, Langkah 4 : Menghitung perbedaan *makespan* f ($A_0$) dengan f ($B_0$)

f ($A_0$) = 425 menit

f ($B_0$) = 377 menit

Sehingga,

$$\delta f = f(B_0) - f(A_0)$$
$$\delta f = 377 - 425$$
$$\delta f = -48$$

Karena nilai δf lebih kecil dari nol maka tidak dilakukan perhitungan probabilitas penerimaan solusi tetangga karena solusi tetangga sudah pasti diterima sebagai solusi sekarang yang baru.

f ($A_0$) = f ($B_0$) = 377

T = 75 $^0$C, Langkah 5 : Membandingkan nilai f($A_0$) dengan f($C_0$)

f ($A_0$) = 377 menit

f ($C_0$) = 405 menit

Nilai f ($A_0$) lebih kecil dari f ($C_0$) maka nilai f ($A_0$) diterima sebagai nilai f ($C_0$) yang baru. Solusi terbaik yang pernah diperoleh selalu dicatat.

f ($C_0$) = f ($A_0$) = 377

T = 75 $^0$C, Langkah 6 : Kesimpulan untuk T = 75 $^0$C dan N = 1

f($A_0$) = 377 menit (berasal dari solusi tetangga pada T = 75 $^0$C ; N = 1)

f($C_0$) = 377 menit (berasal dari solusi tetangga pada T = 75 $^0$C ; N = 1)

**Periksa**, apakah N = $N_{max}$

Nilai N belum mencapai nilai $N_{max}$ sehingga pencarian solusi pada temperatur 75 $^0$C masih dapat dilanjutkan karena sesuai dengan lintasan kritis yang dihasilkan masih terdapat operasi-operasi yang bisa ditukar.

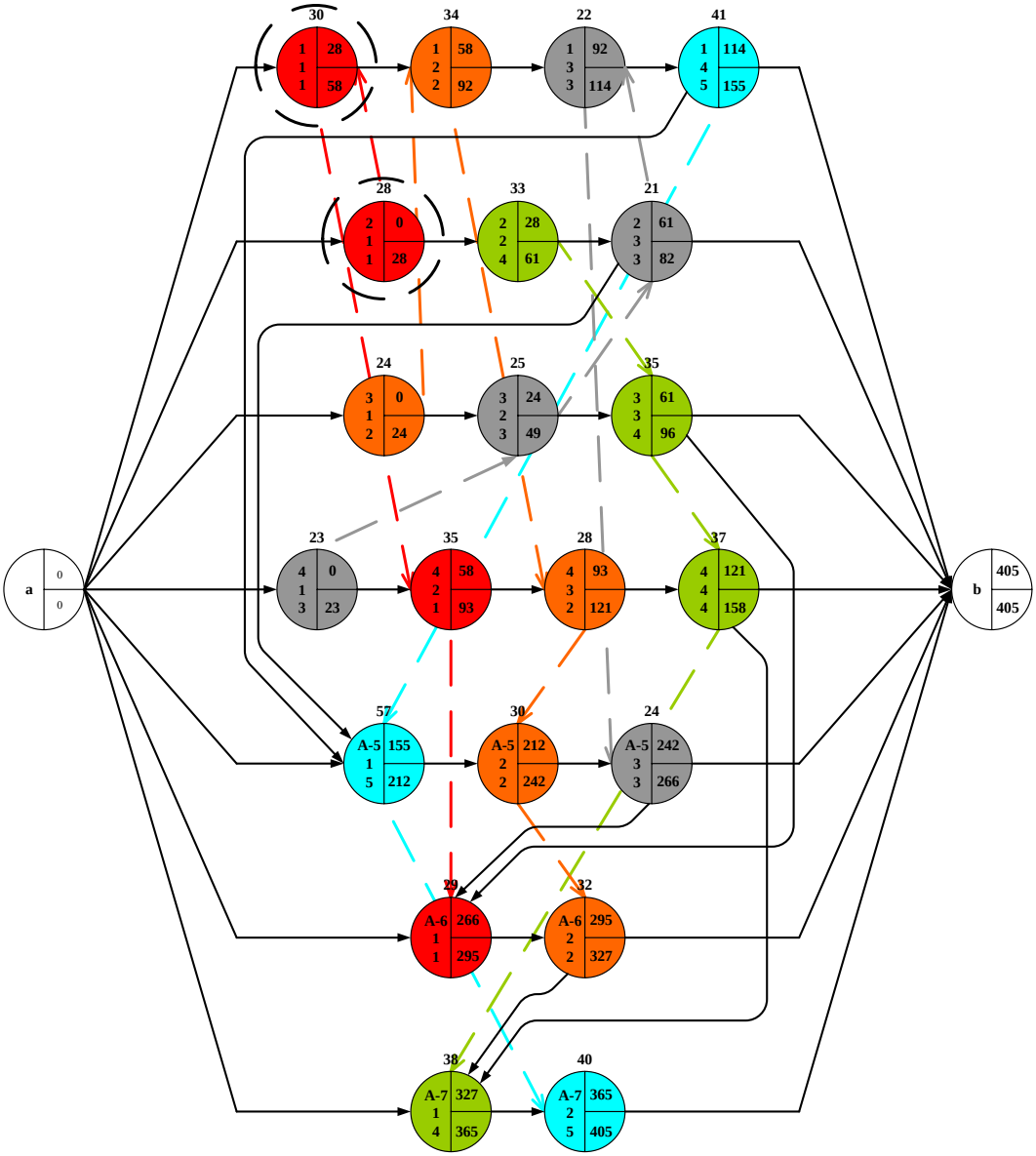
T = 75 $^0$C, Langkah 7 : Set T = 75 $^0$C dan set N = 2

T = 75 $^0$C, Langkah 8 : Membuat solusi tetangga untuk T = 75 $^0$C dan N = 2

Pada langkah ini, lakukan pertukaran antara operasi 1 | 1 | 1 dengan operasi 2 | 1 | 1.

T = 75 $^{0}$C, Langkah 9 : Definisikan busur *disjunctive* dan hitung *makespan*

Gambarkan busur *disjunctive* pada *graph* hasil pertukaran operasi. Dari hasil pertukaran operasi, diperoleh *makespan* solusi tetangga (f ($B_0$)) sebesar 405 menit.




Gambar C.6
*Graph* Pertukaran Operasi Pada T = 75 $^{0}$C dan N = 2 (1 | 1 | 1 ↔ 2 | 1 | 1)

T = 75 $^0$C, Langkah 10 : Menghitung perbedaan *makespan* f ($A_0$) dengan f ($B_0$)

f ($A_0$) = 377 menit

f ($B_0$) = 405 menit

Sehingga,

$$\delta f = f(B_0) - f(A_0)$$
$$\delta f = 405 - 377$$
$$\delta f = 28$$

Karena nilai δf lebih besar dari nol maka lakukan perhitungan probabilitas penerimaan solusi tetangga (f($B_0$)) untuk mengetahui besarnya kemungkinan solusi tetangga untuk dapat diterima sebagai solusi sekarang yang baru.

T = 75 $^0$C, Langkah 11 : Hitung probabilitas penerimaan solusi tetangga (f $B_0$))

$$Pa = \exp(-\delta f / T)$$
$$Pa = \exp(-28/75)$$
$$Pa = 0.69$$

T = 75 $^0$C, Langkah 12 : Bangkitkan bilangan *random*, tetapkan solusi sekarang

Bilangan random = 0.08

Bilangan *random* lebih kecil dari nilai probabilitas penerimaan solusi tetangga sehingga solusi tetangga diterima sebagai solusi sekarang yang baru.

| f ($A_0$) = f ($B_0$) = 405 |
|---|

T = 75 $^0$C, Langkah 7 : Membandingkan nilai f($A_0$) dengan f($C_0$)

f ($A_0$) = 405 menit

f ($C_0$) = 377 menit

Nilai f ($A_0$) lebih besar dari nilai f ($C_0$). Oleh karena itu, nilai dari f ($C_0$) sama sekali tidak mengalami perubahan.

| f ($C_0$) = 377 |
|---|

T = 75 $^0$C, Langkah 8 : Kesimpulan untuk T = 75 $^0$C dan N = 2

f($A_0$) = 405 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 75 $^0$C ; N = 2)

f($C_0$) = 377 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 75 $^0$C ; N = 1)

**Periksa**, apakah $N = N_{max}$

Sesuai dengan pertukaran operasi yang dihasilkan dari lintasan kritis *graph* awal baru I, hanya ada dua kemungkinan pertukaran operasi dan pertukaran tersebut telah dilakukan. Oleh karena itu, pada temperatur 75 $^0$C nilai N dianggap sudah mencapai nilai $N_{max}$ dan pencarian solusi tidak dilanjutkan.

**Penurunan Temperatur Untuk Langkah Selanjutnya**

Penurunan temperatur dilakukan karena pada temperatur 75 $^0$C nilai N dianggap telah mencapai nilai $N_{max}$. Temperatur diturunkan menjadi :

$$T = T \times CR \rightarrow T = 75 \times 0.75 = 56.25\ ^0C$$

**Periksa**, apakah $T \leq T_{min}$

Temperatur sekarang masih lebih besar dari temperatur minimum sehingga algoritma dilanjutkan dengan mendefinisikan lintasan kritis sesuai *graph* yang berasal dari hasil replikasi solusi sekarang ($f(A_0)$) yang diterima terakhir yaitu pada N ke 2, temperatur 75 $^0$C. Tampilan *graph* dapat dilihat pada gambar A.6. Tabel berikut ini berisi lintasan kritis yang baru.

Tabel C.6
Lintasan Kritis *Graph* Awal Baru T = 56.25 $^0$C

| Temperatur Sekarang ($^0$C) | No. | Lintasan Kritis | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|
| 56.25 $^0$C | 1 | 2 1 1 | 0 | 28 |
| | 2 | 1 1 1 | 28 | 58 |
| | 3 | 1 2 2 | 58 | 92 |
| | 4 | 1 3 3 | 92 | 114 |
| | 5 | 1 4 5 | 114 | 155 |
| | 6 | A-5 1 5 | 155 | 212 |
| | 7 | A-5 2 2 | 212 | 242 |
| | 8 | A-5 3 3 | 242 | 266 |
| | 9 | A-6 1 1 | 266 | 295 |
| | 10 | A-6 2 2 | 295 | 327 |
| | 11 | A-7 1 4 | 327 | 365 |
| | 12 | A-7 2 5 | 365 | 405 |

Langkah-langkah berikut ini adalah langkah perhitungan Algoritma *Simulated Annealing* pada temperatur 56.25 $^0$C.

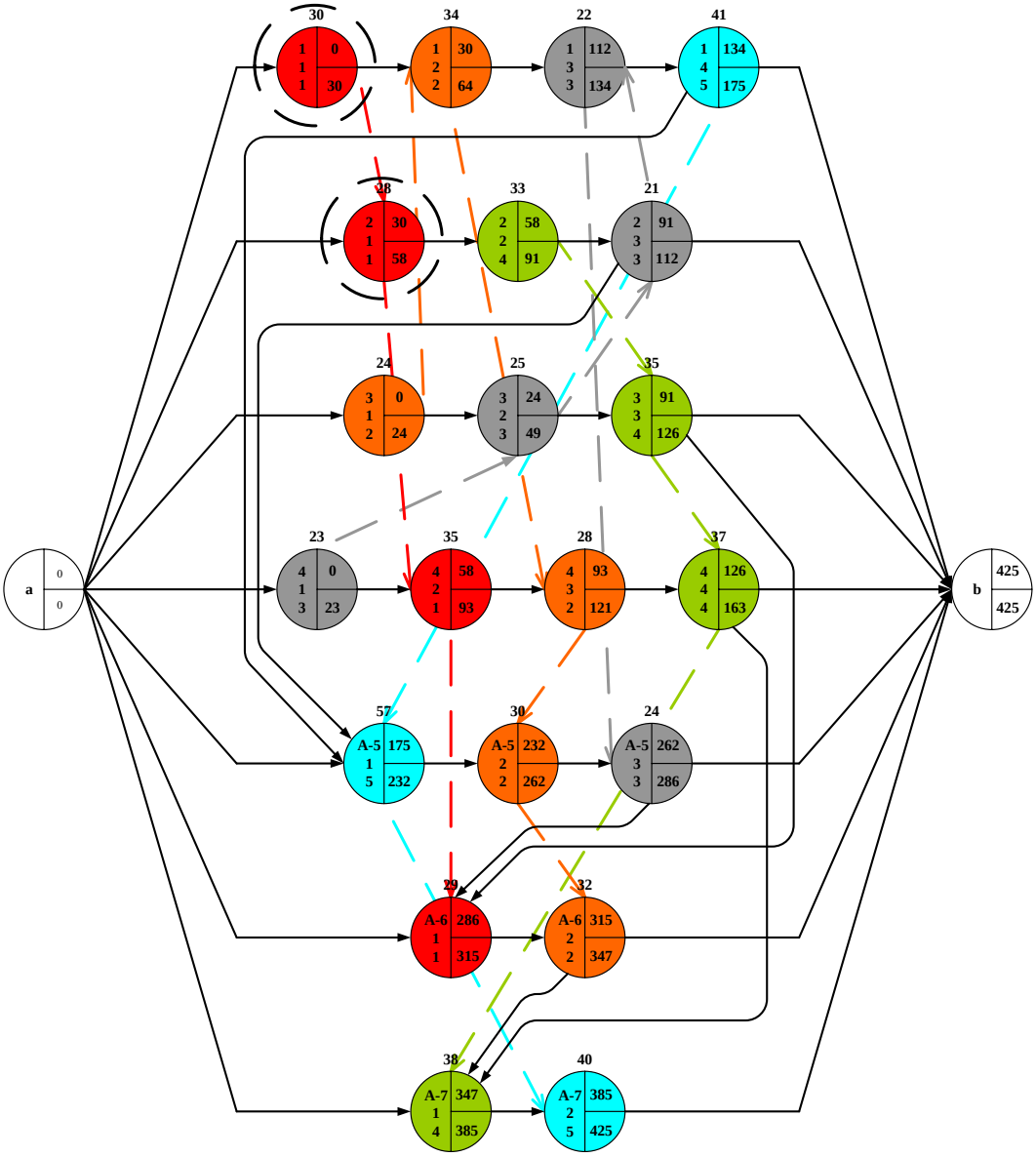
T = 56.25 $^0$C, Langkah 1 : Set T = 56.25 $^0$C dan set N = 1

T = 56.25 $^0$C, Langkah 2 : Membuat solusi tetangga untuk T = 56.25 $^0$C dan N = 1

Lakukan pertukaran antara operasi 2 | 1 | 1 dengan operasi 1 | 1 | 1.

T = 56.25 $^0$C, Langkah 3 : Definisikan busur *disjunctive* dan hitung *makespan*

Gambarkan busur *disjunctive* pada *graph* hasil pertukaran operasi. Dari hasil pertukaran operasi, diperoleh *makespan* solusi tetangga (f ($B_0$)) sebesar 425 menit.




Gambar C.7
*Graph* Pertukaran Operasi Pada T = 56.25 $^0$C dan N = 1 (2 | 1 | 1 ↔ 1 | 1 | 1)

T = 56.25 $^0$C, Langkah 4 : Menghitung perbedaan *makespan* f ($A_0$) dengan f ($B_0$)

f ($A_0$) = 405 menit

f ($B_0$) = 425 menit

Sehingga,

$$\delta f = f(B_0) - f(A_0)$$
$$\delta f = 425 - 405$$
$$\delta f = 20$$

Karena nilai δf lebih besar dari nol maka lakukan perhitungan probabilitas penerimaan solusi tetangga (f($B_0$)) untuk mengetahui besarnya kemungkinan solusi tetangga untuk dapat diterima sebagai solusi sekarang yang baru.

T = 56.25 $^0$C, Langkah 5 : Hitung probabilitas penerimaan solusi tetangga (f $B_0$))

$$Pa = \exp(-\delta f / T)$$
$$Pa = \exp(-20/56.25)$$
$$Pa = 0.70$$

T = 56.25 $^0$C, Langkah 6 : Bangkitkan bilangan *random*, tetapkan solusi sekarang

Bilangan random = 1

Bilangan *random* lebih besar dari nilai probabilitas penerimaan solusi tetangga sehingga solusi tetangga ditolak dan solusi sekarang tidak berubah.

| f ($A_0$) = 405 |
|---|

T = 56.25 $^0$C, Langkah 7 : Membandingkan nilai f($A_0$) dengan f($C_0$)

f ($A_0$) = 405 menit

f ($C_0$) = 377 menit

Nilai f ($A_0$) lebih besar dari nilai f ($C_0$). Oleh karena itu, nilai dari f ($C_0$) sama sekali tidak mengalami perubahan.

| f ($C_0$) = 377 |
|---|

T = 56.25 $^0$C, Langkah 8 : Kesimpulan untuk T = 56.25 $^0$C dan N = 1

f($A_0$) = 405 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 75 $^0$C ; N = 2)

f($C_0$) = 377 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 75 $^0$C ; N = 1)

**Periksa**, apakah $N = N_{max}$

Sesuai dengan pertukaran operasi yang dihasilkan dari lintasan kritis, hanya ada satu kemungkinan pertukaran operasi dan pertukaran tersebut telah dilakukan. Oleh karena itu, pada temperatur 56.25 $^0$C nilai N dianggap sudah mencapai nilai $N_{max}$ dan pencarian solusi tidak dilanjutkan.

**Penurunan Temperatur Untuk Langkah Selanjutnya**

Penurunan temperatur dilakukan karena pada temperatur 56.25 $^0$C nilai N dianggap telah mencapai nilai $N_{max}$. Temperatur diturunkan menjadi :

$$T = T \times CR \rightarrow T = 56.25 \times 0.75 = 42.19\ ^0C$$

**Periksa**, apakah $T \leq T_{min}$

Temperatur sekarang masih lebih besar dari temperatur minimum sehingga algoritma dilanjutkan dengan mendefinisikan lintasan kritis sesuai *graph* yang berasal dari hasil replikasi solusi sekarang ($f(A_0)$) yang diterima terakhir yaitu pada N ke 2, temperatur 75 $^0$C. Tampilan *graph* dapat dilihat pada gambar A.6. Tabel berikut ini berisi lintasan kritis yang baru.

Tabel C.7
Lintasan Kritis *Graph* Awal Baru T = 42.19 $^0$C

| Temperatur Sekarang ($^0$C) | No. | Lintasan Kritis | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|
| 42.19 $^0$C | 1 | 2 1 1 | 0 | 28 |
| | 2 | 1 1 1 | 28 | 58 |
| | 3 | 1 2 2 | 58 | 92 |
| | 4 | 1 3 3 | 92 | 114 |
| | 5 | 1 4 5 | 114 | 155 |
| | 6 | A-5 1 5 | 155 | 212 |
| | 7 | A-5 2 2 | 212 | 242 |
| | 8 | A-5 3 3 | 242 | 266 |
| | 9 | A-6 1 1 | 266 | 295 |
| | 10 | A-6 2 2 | 295 | 327 |
| | 11 | A-7 1 4 | 327 | 365 |
| | 12 | A-7 2 5 | 365 | 405 |

Langkah-langkah berikut ini adalah langkah perhitungan Algoritma *Simulated Annealing* pada temperatur 42.19 $^0$C.

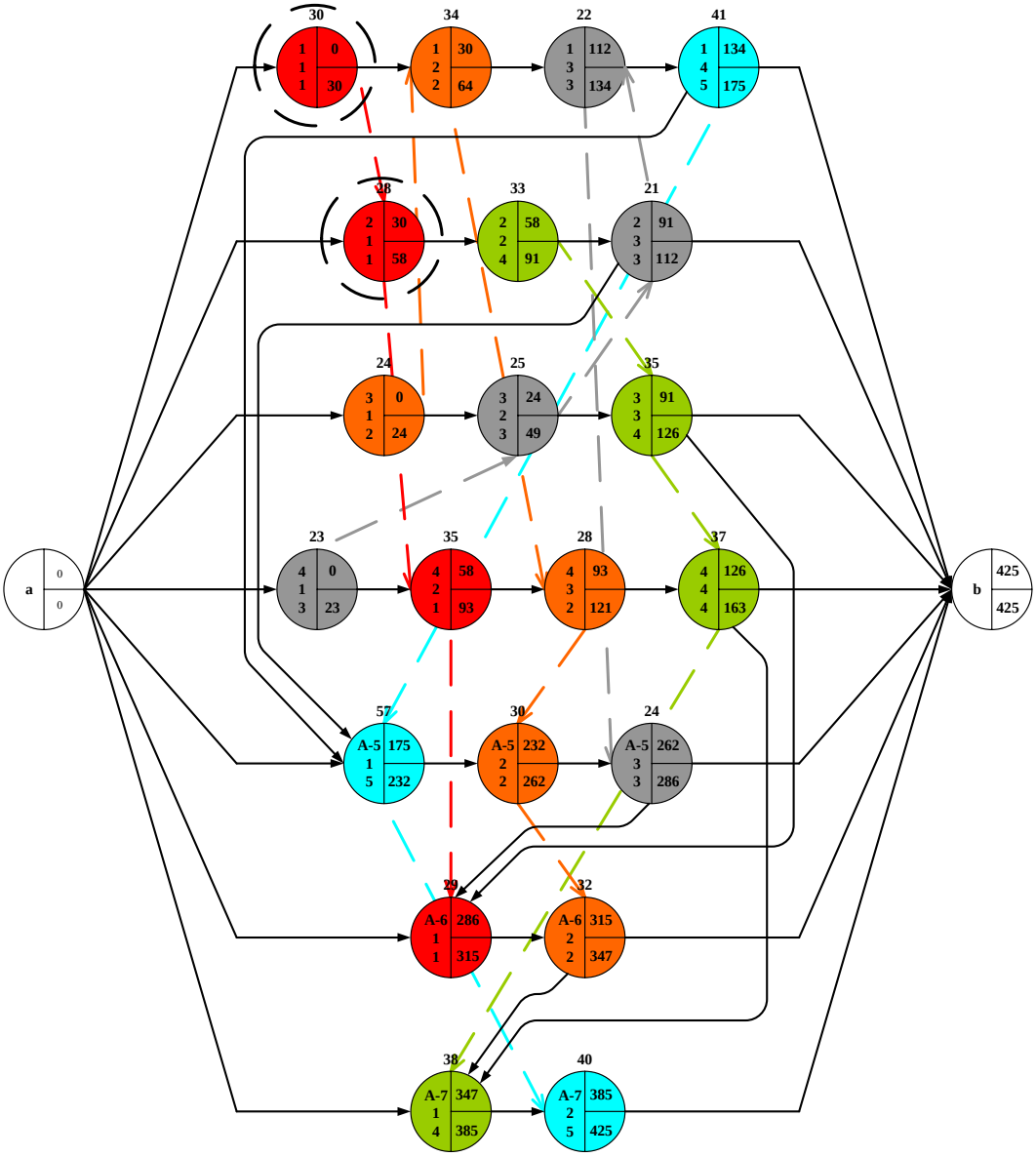
T = 42.19 $^0$C, Langkah 1 : Set T = 42.19 $^0$C dan set N = 1

T = 42.19 $^0$C, Langkah 2 : Membuat solusi tetangga untuk T = 42.19 $^0$C dan N = 1

Lakukan pertukaran antara operasi 2 | 1 | 1 dengan operasi 1 | 1 | 1.

T = 42.19 $^0$C, Langkah 3 : Definisikan busur *disjunctive* dan hitung *makespan*

Gambarkan busur *disjunctive* pada *graph* hasil pertukaran operasi. Dari hasil pertukaran operasi, diperoleh *makespan* solusi tetangga (f ($B_0$)) sebesar 425 menit.




Gambar C.8
*Graph* Pertukaran Operasi Pada T = 42.19 $^0$C dan N = 1 (2 | 1 | 1 ↔ 1 | 1 | 1)

T = 42.19 $^0$C, Langkah 4 : Menghitung perbedaan *makespan* f ($A_0$) dengan f ($B_0$)

f ($A_0$) = 405 menit

f ($B_0$) = 425 menit

Sehingga,

$$\delta f = f(B_0) - f(A_0)$$
$$\delta f = 425 - 405$$
$$\delta f = 20$$

Karena nilai δf lebih besar dari nol maka lakukan perhitungan probabilitas penerimaan solusi tetangga (f($B_0$)) untuk mengetahui besarnya kemungkinan solusi tetangga untuk dapat diterima sebagai solusi sekarang yang baru.

T = 42.19 $^0$C, Langkah 5 : Hitung probabilitas penerimaan solusi tetangga (f $B_0$))

$$Pa = \exp(-\delta f / T)$$
$$Pa = \exp(-20/42.19)$$
$$Pa = 0.62$$

T = 42.19 $^0$C, Langkah 6 : Bangkitkan bilangan *random*, tetapkan solusi sekarang

Bilangan random = 0.69

Bilangan *random* lebih besar dari nilai probabilitas penerimaan solusi tetangga sehingga solusi tetangga ditolak dan solusi sekarang tidak berubah.

| f ($A_0$) = 405 |
|---|

T = 42.19 $^0$C, Langkah 7 : Membandingkan nilai f($A_0$) dengan f($C_0$)

f ($A_0$) = 405 menit

f ($C_0$) = 377 menit

Nilai f ($A_0$) lebih besar dari nilai f ($C_0$). Oleh karena itu, nilai dari f ($C_0$) sama sekali tidak mengalami perubahan.

| f ($C_0$) = 377 |
|---|

T = 42.19 $^0$C, Langkah 8 : Kesimpulan untuk T = 42.19 $^0$C dan N = 1

f($A_0$) = 405 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 75 $^0$C ; N = 2)

f($C_0$) = 377 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 75 $^0$C ; N = 1)

**Periksa**, apakah $N = N_{max}$

Sesuai dengan pertukaran operasi yang dihasilkan dari lintasan kritis, hanya ada satu kemungkinan pertukaran operasi dan pertukaran tersebut telah dilakukan. Oleh karena itu, pada temperatur 42.19 $^0$C nilai N dianggap sudah mencapai nilai $N_{max}$ dan pencarian solusi tidak dilanjutkan.

**Penurunan Temperatur Untuk Langkah Selanjutnya**

Penurunan temperatur dilakukan karena pada temperatur 42.19 $^0$C nilai N dianggap telah mencapai nilai $N_{max}$. Temperatur diturunkan menjadi :

$$T = T \times CR \rightarrow T = 42.19 \times 0.75 = 31.64\ ^0C$$

**Periksa**, apakah $T \leq T_{min}$

Temperatur sekarang masih lebih besar dari temperatur minimum sehingga algoritma dilanjutkan dengan mendefinisikan lintasan kritis sesuai *graph* yang berasal dari hasil replikasi solusi sekarang ($f(A_0)$) yang diterima terakhir yaitu pada N ke 2, temperatur 75 $^0$C. Tampilan *graph* dapat dilihat pada gambar A.6. Tabel berikut ini berisi lintasan kritis yang baru.

Tabel C.8
Lintasan Kritis *Graph* Awal Baru T = 31.64 $^0$C

| Temperatur Sekarang ($^0$C) | No. | Lintasan Kritis | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|
| 31.64 $^0$C | 1 | 2 1 1 | 0 | 28 |
| | 2 | 1 1 1 | 28 | 58 |
| | 3 | 1 2 2 | 58 | 92 |
| | 4 | 1 3 3 | 92 | 114 |
| | 5 | 1 4 5 | 114 | 155 |
| | 6 | A-5 1 5 | 155 | 212 |
| | 7 | A-5 2 2 | 212 | 242 |
| | 8 | A-5 3 3 | 242 | 266 |
| | 9 | A-6 1 1 | 266 | 295 |
| | 10 | A-6 2 2 | 295 | 327 |
| | 11 | A-7 1 4 | 327 | 365 |
| | 12 | A-7 2 5 | 365 | 405 |

Langkah-langkah berikut ini adalah langkah perhitungan Algoritma *Simulated Annealing* pada temperatur 31.64 $^0$C.

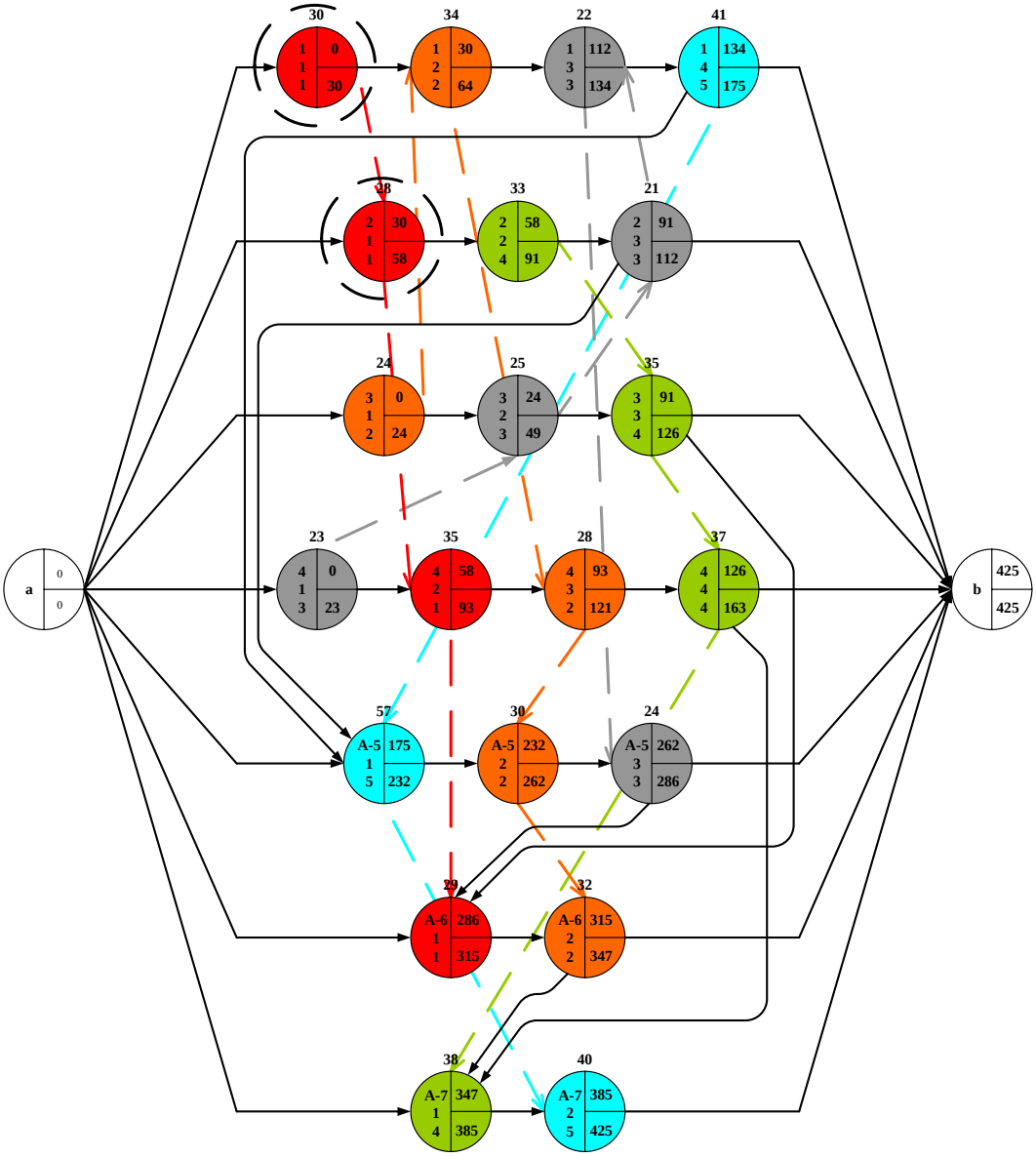
T = 31.64 $^0$C, Langkah 1 : Set T = 31.64 $^0$C dan set N = 1

T = 31.64 $^0$C, Langkah 2 : Membuat solusi tetangga untuk T = 31.64 $^0$C dan N = 1

Lakukan pertukaran antara operasi 2 | 1 | 1 dengan operasi 1 | 1 | 1.

T = 31.64 $^0$C, Langkah 3 : Definisikan busur *disjunctive* dan hitung *makespan*

Gambarkan busur *disjunctive* pada *graph* hasil pertukaran operasi. Dari hasil pertukaran operasi, diperoleh *makespan* solusi tetangga (f ($B_0$)) sebesar 425 menit.




Gambar C.9
*Graph* Pertukaran Operasi Pada T = 31.64 $^0$C dan N = 1 (2 | 1 | 1 ↔ 1 | 1 | 1)

T = 31.64 $^0$C, Langkah 4 : Menghitung perbedaan *makespan* f ($A_0$) dengan f ($B_0$)

f ($A_0$) = 405 menit

f ($B_0$) = 425 menit

Sehingga,

$$\delta f = f(B_0) - f(A_0)$$
$$\delta f = 425 - 405$$
$$\delta f = 20$$

Karena nilai δf lebih besar dari nol maka lakukan perhitungan probabilitas penerimaan solusi tetangga (f($B_0$)) untuk mengetahui besarnya kemungkinan solusi tetangga untuk dapat diterima sebagai solusi sekarang yang baru.

T = 31.64 $^0$C, Langkah 5 : Hitung probabilitas penerimaan solusi tetangga (f $B_0$))

$$Pa = \exp(-\delta f / T)$$
$$Pa = \exp(-20/31.64)$$
$$Pa = 0.53$$

T = 31.64 $^0$C, Langkah 6 : Bangkitkan bilangan *random*, tetapkan solusi sekarang

Bilangan random = 1

Bilangan *random* lebih besar dari nilai probabilitas penerimaan solusi tetangga sehingga solusi tetangga ditolak dan solusi sekarang tidak berubah.

| f ($A_0$) = 405 |
|---|

T = 31.64 $^0$C, Langkah 7 : Membandingkan nilai f($A_0$) dengan f($C_0$)

f ($A_0$) = 405 menit

f ($C_0$) = 377 menit

Nilai f ($A_0$) lebih besar dari nilai f ($C_0$). Oleh karena itu, nilai dari f ($C_0$) sama sekali tidak mengalami perubahan.

| f ($C_0$) = 377 |
|---|

T = 31.64 $^0$C, Langkah 8 : Kesimpulan untuk T = 31.64 $^0$C dan N = 1

f($A_0$) = 405 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 75 $^0$C ; N = 2)

f($C_0$) = 377 menit (berasal dari solusi tetangga Pada T = 75 $^0$C ; N = 1)

**Periksa**, apakah $N = N_{max}$

Sesuai dengan pertukaran operasi yang dihasilkan dari lintasan kritis, hanya ada satu kemungkinan pertukaran operasi dan pertukaran tersebut telah dilakukan. Oleh karena itu, pada temperatur 31.64 $^0$C nilai N dianggap sudah mencapai nilai $N_{max}$ dan pencarian solusi tidak dilanjutkan.

**Penurunan Temperatur Untuk Langkah Selanjutnya**

Penurunan temperatur dilakukan karena pada temperatur 31.64 $^0$C nilai N dianggap telah mencapai nilai $N_{max}$. Temperatur diturunkan menjadi :

$$T = T \times CR \rightarrow T = 31.64 \times 0.75 = 23.73\ ^0C$$

**Periksa**, apakah $T \leq T_{min}$

Besarnya temperatur sekarang sudah lebih kecil dari temperatur minimum sehingga pencarian solusi untuk mendapatkan *makespan* yang lebih baik dapat dihentikan. Solusi akhir dari kasus uji validasi ini adalah :

- Solusi sekarang yang diterima terakhir (f (A0)) sebesar 405 Menit dan diperoleh pada temperatur 75 $^0$C ; replikasi ke-2.
- Solusi terbaik yang pernah didapat (f (C0)) sebesar 377 Menit dan diperoleh pada temperatur 75 $^0$C ; replikasi ke-1.

## C.2. Pengolahan Data Kasus Uji Validasi Dengan Menggunakan *Software*

Dengan menggunakan kasus uji validasi yang sama, penulis melakukan perhitungan dengan menggunakan *software* untuk mengetahui kesesuaian hasil *software* dengan konsep perhitungan penjadwalan *job shop* Algoritma *Simulated Annealing* sehingga dapat memberikan hasil yang sama dengan perhitungan manual.

Nilai parameter yang digunakan pada perhitungan *software* sama dengan yang digunakan pada perhitungan manual. Berikut ini adalah hasil pengolahan data dengan *software*.

- Hasil perhitungan metode aktif

```
Hasil Jadwal Aktif
Makespan : 405.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;0.00;28.00;
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;28.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;266.00;295.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;58.00;92.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;212.00;242.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;295.00;327.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;61.00;82.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;92.00;114.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;242.00;266.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;28.00;61.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;61.00;96.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;121.00;158.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;327.00;365.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;114.00;155.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;155.00;212.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;365.00;405.00;
```

- Temperatur 100 $^{0}$C

- Lintasan kritis jadwal aktif (*graph* awal)

```
Temperatur : 100.00
J2-O1-M1-0-28;J1-O1-M1-28-58;J1-O2-M2-58-92;J1-O3-M3-92-114;J1-O4-M5-
114-155;A-5-O1-M5-155-212;A-5-O2-M2-212-242;A-5-O3-M3-242-266;A-6-O1-
M1-266-295;A-6-O2-M2-295-327;A-7-O1-M4-327-365;A-7-O2-M5-365-405;
```

- Operasi yang dapat ditukar dari lintasan kritis jadwal aktif (*graph* awal)

```
Temperatur Ke-100.00;N Max : 1
J2;O1 With J1;O1
```

- Pertukaran operasi pada N=1

```
Temperatur : 100.00
N Ke-1
Penukaran Antara Job Operasi : J2-O1 & J1-O1
Makespan B0 : 425.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;0.00;30.00;
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;30.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;286.00;315.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;30.00;64.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;232.00;262.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;315.00;347.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;91.00;112.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;112.00;134.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;262.00;286.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;58.00;91.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;91.00;126.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;126.00;163.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;347.00;385.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;134.00;175.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;175.00;232.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;385.00;425.00;
```

→ Besarnya probabilitas penerimaan solusi tetangga, penentuan solusi sekarang yang baru, dan penerimaan solusi terbaik

```
Bilangan Acak : 0.10
Batas Diterima : 0.82
Makespan A0 : 425.00
Makespan Terbaik : 405.00
```

- Temperatur 75 $^{0}$C

- Definisikan *graph* awal baru

```
Temperatur : 100.00
Solusi A0
Makespan : 425.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;0.00;30.00;
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;30.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;286.00;315.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;30.00;64.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;232.00;262.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;315.00;347.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;91.00;112.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;112.00;134.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;262.00;286.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;58.00;91.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;91.00;126.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;126.00;163.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;347.00;385.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;134.00;175.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;175.00;232.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;385.00;425.00;
```

- Lintasan kritis dari *graph* awal baru

```
Temperatur : 75.00
J1-O1-M1-0-30;J2-O1-M1-30-58;J2-O2-M4-58-91;J2-O3-M3-91-112;J1-O3-M3-112-
134;J1-O4-M5-134-175;A-5-O1-M5-175-232;A-5-O2-M2-232-262;A-5-O3-M3-262-
286;A-6-O1-M1-286-315;A-6-O2-M2-315-347;A-7-O1-M4-347-385;A-7-O2-M5-385-
425;
```

- Operasi yang dapat ditukar dari lintasan kritis *graph* awal baru

```
Temperatur Ke-75.00;N Max : 2
J1;O1 With J2;O1
J2;O3 With J1;O3
```

- Pertukaran operasi pada N=1

```
Temperatur : 75.00
N Ke-1
Penukaran Antara Job Operasi : J2-O3 & J1-O3
Makespan B0 : 377.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;0.00;30.00;
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;30.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;238.00;267.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;30.00;64.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;184.00;214.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;267.00;299.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;64.00;86.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;91.00;112.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;214.00;238.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;58.00;91.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;91.00;126.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;126.00;163.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;299.00;337.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;86.00;127.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;127.00;184.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;337.00;377.00;
```

→ Besarnya probabilitas penerimaan solusi tetangga, penentuan solusi sekarang yang baru, dan penerimaan solusi terbaik

```
Bilangan Acak : 0.10
Batas Diterima : 0.82
Makespan A0 : 377.00
Makespan Terbaik : 377.00
```

- Pertukaran operasi pada N=2

```
Temperatur : 75.00
N Ke-2
Penukaran Antara Job Operasi : J1-O1 & J2-O1
Makespan B0 : 405.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;0.00;28.00;
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;28.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;266.00;295.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;58.00;92.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;212.00;242.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;295.00;327.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;61.00;82.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;92.00;114.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;242.00;266.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;28.00;61.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;61.00;96.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;121.00;158.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;327.00;365.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;114.00;155.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;155.00;212.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;365.00;405.00;
```

→ Besarnya probabilitas penerimaan solusi tetangga, penentuan solusi sekarang yang baru, dan penerimaan solusi terbaik

```
Bilangan Acak : 0.08
Batas Diterima : 0.69
Makespan A0 : 405.00
Makespan Terbaik : 377.00
```

- Temperatur 56.25 $^{0}$C

- Definisikan *graph* awal baru

```
Temperatur : 75.00
Solusi A0
Makespan : 405.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;0.00;28.00;
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;28.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;266.00;295.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;58.00;92.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;212.00;242.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;295.00;327.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;61.00;82.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;92.00;114.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;242.00;266.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;28.00;61.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;61.00;96.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;121.00;158.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;327.00;365.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;114.00;155.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;155.00;212.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;365.00;405.00;
```

- Lintasan kritis dari *graph* awal baru

```
Temperatur : 56.25
J2-O1-M1-0-28;J1-O1-M1-28-58;J1-O2-M2-58-92;J1-O3-M3-92-114;J1-O4-M5-114-
155;A-5-O1-M5-155-212;A-5-O2-M2-212-242;A-5-O3-M3-242-266;A-6-O1-M1-266-
295;A-6-O2-M2-295-327;A-7-O1-M4-327-365;A-7-O2-M5-365-405;
```

- Operasi yang dapat ditukar dari lintasan kritis *graph* awal baru

```
Temperatur Ke-56.25;N Max : 1
J2;O1 With J1;O1
```

- Pertukaran operasi pada N=1

```
Temperatur : 56.25
N Ke-1
Penukaran Antara Job Operasi : J2-O1 & J1-O1
Makespan B0 : 425.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;0.00;30.00;
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;30.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;286.00;315.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;30.00;64.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;232.00;262.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;315.00;347.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;91.00;112.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;112.00;134.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;262.00;286.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;58.00;91.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;91.00;126.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;126.00;163.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;347.00;385.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;134.00;175.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;175.00;232.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;385.00;425.00;
```

→ Besarnya probabilitas penerimaan solusi tetangga, penentuan solusi sekarang yang baru, dan penerimaan solusi terbaik

```
Bilangan Acak : 1.00
Batas Diterima : 0.70
Makespan A0 : 405.00
Makespan Terbaik : 377.00
```

- Temperatur 42.19 $^{0}$C

▪ Definisikan *graph* awal baru

```
Temperatur : 75.00
Solusi A0
Makespan : 405.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;0.00;28.00;
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;28.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;266.00;295.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;58.00;92.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;212.00;242.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;295.00;327.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;61.00;82.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;92.00;114.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;242.00;266.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;28.00;61.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;61.00;96.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;121.00;158.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;327.00;365.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;114.00;155.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;155.00;212.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;365.00;405.00;
```

▪ Lintasan kritis dari *graph* awal baru

```
Temperatur : 42.19
J2-O1-M1-0-28;J1-O1-M1-28-58;J1-O2-M2-58-92;J1-O3-M3-92-114;J1-O4-M5-114-
155;A-5-O1-M5-155-212;A-5-O2-M2-212-242;A-5-O3-M3-242-266;A-6-O1-M1-266-
295;A-6-O2-M2-295-327;A-7-O1-M4-327-365;A-7-O2-M5-365-405;
```

▪ Operasi yang dapat ditukar dari lintasan kritis *graph* awal baru

```
Temperatur Ke-42.19;N Max : 1
J2;O1 With J1;O1
```

- Pertukaran operasi pada N=1

```
Temperatur : 42.19
N Ke-1
Penukaran Antara Job Operasi : J2-O1 & J1-O1
Makespan B0 : 425.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;0.00;30.00;
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;30.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;286.00;315.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;30.00;64.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;232.00;262.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;315.00;347.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;91.00;112.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;112.00;134.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;262.00;286.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;58.00;91.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;91.00;126.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;126.00;163.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;347.00;385.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;134.00;175.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;175.00;232.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;385.00;425.00;
```

→ Besarnya probabilitas penerimaan solusi tetangga, penentuan solusi sekarang yang baru, dan penerimaan solusi terbaik

```
Bilangan Acak : 0.69
Batas Diterima : 0.62
Makespan A0 : 405.00
Makespan Terbaik : 377.00
```

- Temperatur 31.64 $^{0}$C

▪ Definisikan *graph* awal baru

```
Temperatur : 75.00
Solusi A0
Makespan : 405.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;0.00;28.00;
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;28.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;266.00;295.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;58.00;92.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;212.00;242.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;295.00;327.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;61.00;82.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;92.00;114.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;242.00;266.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;28.00;61.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;61.00;96.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;121.00;158.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;327.00;365.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;114.00;155.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;155.00;212.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;365.00;405.00;
```

▪ Lintasan kritis dari *graph* awal baru

```
Temperatur : 31.64
J2-O1-M1-0-28;J1-O1-M1-28-58;J1-O2-M2-58-92;J1-O3-M3-92-114;J1-O4-M5-114-
155;A-5-O1-M5-155-212;A-5-O2-M2-212-242;A-5-O3-M3-242-266;A-6-O1-M1-266-
295;A-6-O2-M2-295-327;A-7-O1-M4-327-365;A-7-O2-M5-365-405;
```

▪ Operasi yang dapat ditukar dari lintasan kritis *graph* awal baru

```
Temperatur Ke-31.64;N Max : 1
J2;O1 With J1;O1
```

- Pertukaran operasi pada N=1

```
Temperatur : 31.64
N Ke-1
Penukaran Antara Job Operasi : J2-O1 & J1-O1
Makespan B0 : 425.00
Mesin-Mesin Ke-;Job;Operasi;Waktu Operasi;Waktu Mulai;Waktu Selesai
M1-Mesin Ke-1;J1;O1;30.00;0.00;30.00;
M1-Mesin Ke-1;J2;O1;28.00;30.00;58.00;
M1-Mesin Ke-1;J4;O2;35.00;58.00;93.00;
M1-Mesin Ke-1;A-6;O1;29.00;286.00;315.00;
M2-Mesin Ke-1;J3;O1;24.00;0.00;24.00;
M2-Mesin Ke-1;J1;O2;34.00;30.00;64.00;
M2-Mesin Ke-1;J4;O3;28.00;93.00;121.00;
M2-Mesin Ke-1;A-5;O2;30.00;232.00;262.00;
M2-Mesin Ke-1;A-6;O2;32.00;315.00;347.00;
M3-Mesin Ke-1;J4;O1;23.00;0.00;23.00;
M3-Mesin Ke-1;J3;O2;25.00;24.00;49.00;
M3-Mesin Ke-1;J2;O3;21.00;91.00;112.00;
M3-Mesin Ke-1;J1;O3;22.00;112.00;134.00;
M3-Mesin Ke-1;A-5;O3;24.00;262.00;286.00;
M4-Mesin Ke-1;J2;O2;33.00;58.00;91.00;
M4-Mesin Ke-1;J3;O3;35.00;91.00;126.00;
M4-Mesin Ke-1;J4;O4;37.00;126.00;163.00;
M4-Mesin Ke-1;A-7;O1;38.00;347.00;385.00;
M5-Mesin Ke-1;J1;O4;41.00;134.00;175.00;
M5-Mesin Ke-1;A-5;O1;57.00;175.00;232.00;
M5-Mesin Ke-1;A-7;O2;40.00;385.00;425.00;
```

→ Besarnya probabilitas penerimaan solusi tetangga, penentuan solusi sekarang yang baru, dan penerimaan solusi terbaik

```
Bilangan Acak : 1.00
Batas Diterima : 0.53
Makespan A0 : 405.00
Makespan Terbaik : 377.00
```

# LAMPIRAN D

## ( UJI PENGGUNAAN ALGORITMA

## *SIMULATED ANNEALING* )

Untuk mengetahui manfaat dari penggunaan Algoritma *Simulated Annealing* sebagai metode usulan dalam menyelesaikan masalah penjadwalan *job shop* di perusahaan maka penulis melakukan suatu uji perbandingan, yaitu dengan membuat enam buah kasus *job shop* yang akan diselesaikan dengan menggunakan Algoritma *Simulated Annealing*, metode aktif, dan metode *non-delay*.

Uji validasi yang telah dilakukan pada lampiran C menyimpulkan bahwa *software* Algoritma *Simulated Annealing* telah layak untuk digunakan. Oleh karena itu, pada uji penggunaan ini penulis menggunakan *software* tersebut untuk memperoleh nilai *makespan* dari Algoritma *Simulated Annealing* dan metode aktif. Perhitungan penjadwalan dengan metode *non-delay* dilakukan secara manual.

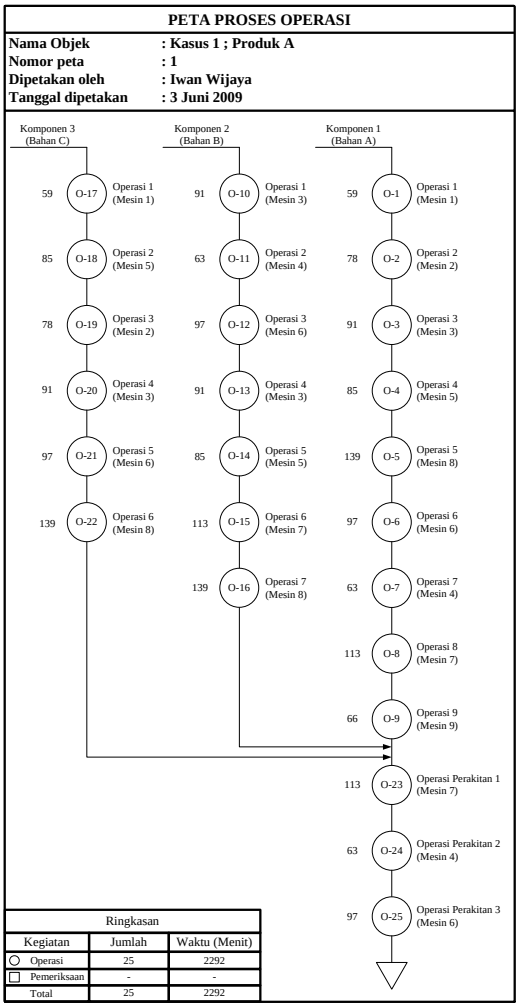
Pembuatan kasus *job shop* diusahakan tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sulit namun tingkat kesulitannya disesuaikan dengan kasus *job shop* di perusahaan. Hal ini untuk mengetahui kemampuan penggunaan Algoritma *Simulated Annealing* untuk menyelesaikan masalah penjadwalan *job shop* di perusahaan. Nilai parameter yang digunakan pada Algoritma *Simulated Annealing* (untuk seluruh kasus) :

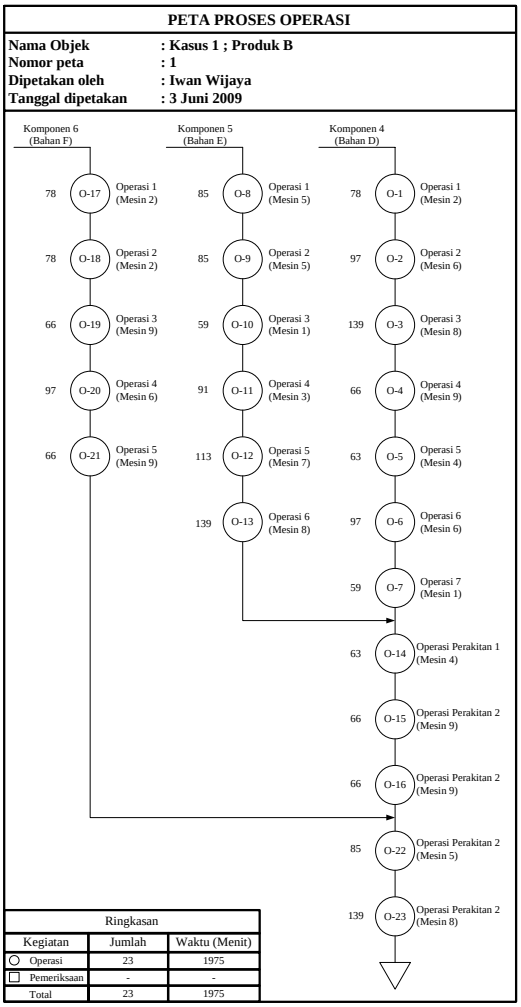
- Temperatur Awal ($T_0$) = 100 $^0$C
- *Cooling Rate* (CR) = 0.95
- Temperatur Minimum ($T_{min}$) = 30 $^0$C
- Replikasi Maksimum ($N_{max}$) = 4

Berikut ini adalah kasus-kasus *job shop* yang akan diselesaikan dengan menggunakan Algoritma *Simulated Annealing*, metode aktif, dan metode *non-delay*.

### D.1 Kasus 1 (9 *Job* 9 Mesin)

Tujuan pembuatan kasus ini adalah untuk mengetahui hasil perhitungan penjadwalan dari masing-masing metode jika jumlah dari *job* sama dengan jumlah mesin yang digunakan. Pada kasus ini, maksimal jumlah operasi dari *job* adalah 9. Melalui kasus ini, penulis ingin mengetahui pengaruh dari banyaknya jumlah operasi pada *job* terhadap banyaknya kesempatan penggunaan mesin dalam mengerjakan operasi tertentu.



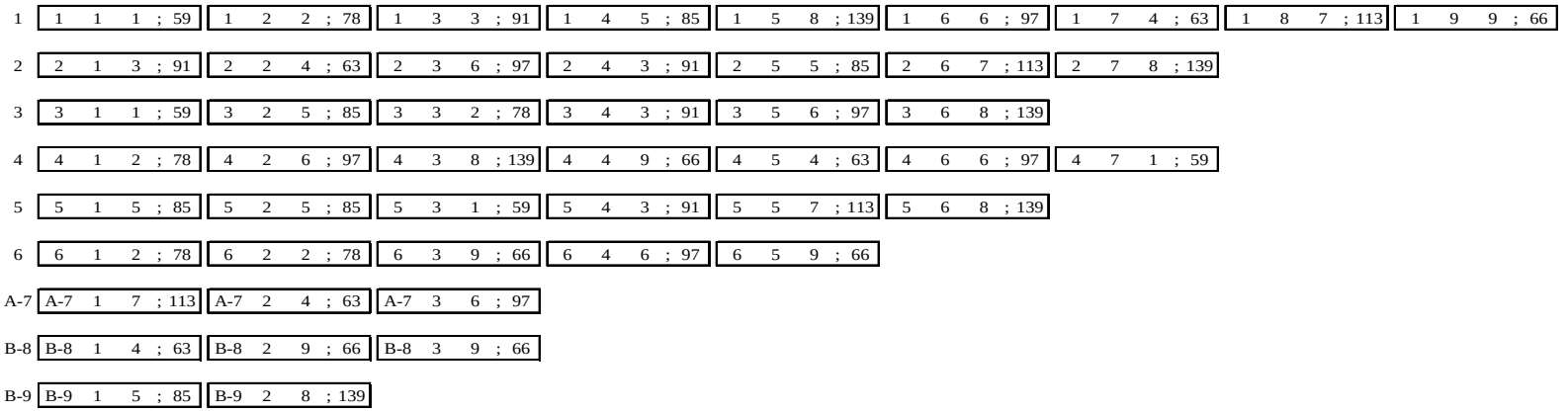

Gambar D.1
Peta Proses Operasi Kasus 1

Tabel D.1
Matriks *Routing* Mesin (Kasus 1)

| Job | Operation | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 6 | 4 | 7 | 9 |
| 2 | 3 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 | - | - |
| 3 | 1 | 5 | 2 | 3 | 6 | 8 | - | - | - |
| 4 | 2 | 6 | 8 | 9 | 4 | 6 | 1 | - | - |
| 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | 7 | 8 | - | - | - |
| 6 | 2 | 2 | 9 | 6 | 9 | - | - | - | - |
| A-7 | 7 | 4 | 6 | - | - | - | - | - | - |
| B-8 | 4 | 9 | 9 | - | - | - | - | - | - |
| B-9 | 5 | 8 | - | - | - | - | - | - | - |

Tabel D.2
Matriks Waktu Proses (Kasus 1)

| Job | Operation | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 59 | 78 | 91 | 85 | 139 | 97 | 63 | 113 | 66 |
| 2 | 91 | 63 | 97 | 91 | 85 | 113 | 139 | - | - |
| 3 | 59 | 85 | 78 | 91 | 97 | 139 | - | - | - |
| 4 | 78 | 97 | 139 | 66 | 63 | 97 | 59 | - | - |
| 5 | 85 | 85 | 59 | 91 | 113 | 139 | - | - | - |
| 6 | 78 | 78 | 66 | 97 | 66 | - | - | - | - |
| A-7 | 113 | 63 | 97 | - | - | - | - | - | - |
| B-8 | 63 | 66 | 66 | - | - | - | - | - | - |
| B-9 | 85 | 139 | - | - | - | - | - | - | - |




Gambar D.2
Notasi Penjadwalan Kasus 1

A. Pengolahan Dengan Algoritma *Simulated Annealing*

Tabel D.3
Hasil Penjadwalan Algoritma *Simulated Annealing* Untuk Kasus 1

Temperatur : 85.74
N Ke-4
Makespan : 1178.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 59 | 0 | 59 |
| M1-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 59 | 59 | 118 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 59 | 170 | 229 |
| M1-Mesin Ke-1 | J4 | O7 | 59 | 669 | 728 |
| M2-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 78 | 0 | 78 |
| M2-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 78 | 78 | 156 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 78 | 156 | 234 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 78 | 234 | 312 |
| M2-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 78 | 417 | 495 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 91 | 0 | 91 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 91 | 156 | 247 |
| M3-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 91 | 247 | 338 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 91 | 338 | 429 |
| M3-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 91 | 495 | 586 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 63 | 91 | 154 |
| M4-Mesin Ke-1 | J4 | O5 | 63 | 444 | 507 |
| M4-Mesin Ke-1 | J1 | O7 | 63 | 572 | 635 |
| M4-Mesin Ke-1 | B-8 | O1 | 63 | 728 | 791 |
| M4-Mesin Ke-1 | A-7 | O2 | 63 | 1018 | 1081 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 85 | 0 | 85 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 85 | 85 | 170 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 85 | 247 | 332 |
| M5-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 85 | 332 | 417 |
| M5-Mesin Ke-1 | J2 | O5 | 85 | 429 | 514 |
| M5-Mesin Ke-1 | B-9 | O1 | 85 | 946 | 1031 |
| M6-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 97 | 78 | 175 |
| M6-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 97 | 175 | 272 |
| M6-Mesin Ke-1 | J6 | O4 | 97 | 378 | 475 |
| M6-Mesin Ke-1 | J1 | O6 | 97 | 475 | 572 |
| M6-Mesin Ke-1 | J4 | O6 | 97 | 572 | 669 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O5 | 97 | 669 | 766 |
| M6-Mesin Ke-1 | A-7 | O3 | 97 | 1081 | 1178 |
| M7-Mesin Ke-1 | J5 | O5 | 113 | 338 | 451 |
| M7-Mesin Ke-1 | J2 | O6 | 113 | 514 | 627 |
| M7-Mesin Ke-1 | J1 | O8 | 113 | 635 | 748 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-7 | O1 | 113 | 905 | 1018 |
| M8-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 139 | 175 | 314 |
| M8-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 139 | 332 | 471 |
| M8-Mesin Ke-1 | J5 | O6 | 139 | 471 | 610 |
| M8-Mesin Ke-1 | J2 | O7 | 139 | 627 | 766 |
| M8-Mesin Ke-1 | J3 | O6 | 139 | 766 | 905 |
| M8-Mesin Ke-1 | B-9 | O2 | 139 | 1031 | 1170 |
| M9-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 66 | 312 | 378 |
| M9-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 66 | 378 | 444 |
| M9-Mesin Ke-1 | J6 | O5 | 66 | 475 | 541 |
| M9-Mesin Ke-1 | J1 | O9 | 66 | 748 | 814 |
| M9-Mesin Ke-1 | B-8 | O2 | 66 | 814 | 880 |
| M9-Mesin Ke-1 | B-8 | O3 | 66 | 880 | 946 |

B. Pengolahan Dengan Metode Aktif

Tabel D.4
Hasil Penjadwalan Metode Aktif Untuk Kasus 1

Hasil Jadwal Aktif
Makespan : 1248.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 59 | 0 | 59 |
| M1-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 59 | 59 | 118 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 59 | 170 | 229 |
| M1-Mesin Ke-1 | J4 | O7 | 59 | 770 | 829 |
| M2-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 78 | 0 | 78 |
| M2-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 78 | 78 | 156 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 78 | 156 | 234 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 78 | 234 | 312 |
| M2-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 78 | 312 | 390 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 91 | 0 | 91 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 91 | 156 | 247 |
| M3-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 91 | 247 | 338 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 91 | 338 | 429 |
| M3-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 91 | 429 | 520 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 63 | 91 | 154 |
| M4-Mesin Ke-1 | J4 | O5 | 63 | 444 | 507 |
| M4-Mesin Ke-1 | J1 | O7 | 63 | 576 | 639 |
| M4-Mesin Ke-1 | B-8 | O1 | 63 | 829 | 892 |
| M4-Mesin Ke-1 | A-7 | O2 | 63 | 1018 | 1081 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 85 | 0 | 85 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 85 | 85 | 170 |
| M5-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 85 | 170 | 255 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 85 | 255 | 340 |
| M5-Mesin Ke-1 | J2 | O5 | 85 | 429 | 514 |
| M5-Mesin Ke-1 | B-9 | O1 | 85 | 1024 | 1109 |
| M6-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 97 | 78 | 175 |
| M6-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 97 | 175 | 272 |
| M6-Mesin Ke-1 | J6 | O4 | 97 | 378 | 475 |
| M6-Mesin Ke-1 | J1 | O6 | 97 | 479 | 576 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O5 | 97 | 576 | 673 |
| M6-Mesin Ke-1 | J4 | O6 | 97 | 673 | 770 |
| M6-Mesin Ke-1 | A-7 | O3 | 97 | 1081 | 1178 |
| M7-Mesin Ke-1 | J5 | O5 | 113 | 338 | 451 |
| M7-Mesin Ke-1 | J2 | O6 | 113 | 514 | 627 |
| M7-Mesin Ke-1 | J1 | O8 | 113 | 639 | 752 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-7 | O1 | 113 | 905 | 1018 |
| M8-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 139 | 175 | 314 |
| M8-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 139 | 340 | 479 |
| M8-Mesin Ke-1 | J5 | O6 | 139 | 479 | 618 |
| M8-Mesin Ke-1 | J2 | O7 | 139 | 627 | 766 |
| M8-Mesin Ke-1 | J3 | O6 | 139 | 766 | 905 |
| M8-Mesin Ke-1 | B-9 | O2 | 139 | 1109 | 1248 |
| M9-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 66 | 312 | 378 |
| M9-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 66 | 378 | 444 |
| M9-Mesin Ke-1 | J6 | O5 | 66 | 475 | 541 |
| M9-Mesin Ke-1 | J1 | O9 | 66 | 752 | 818 |
| M9-Mesin Ke-1 | B-8 | O2 | 66 | 892 | 958 |
| M9-Mesin Ke-1 | B-8 | O3 | 66 | 958 | 1024 |

C. Pengolahan Dengan Metode *Non-Delay*

Tabel D.5
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 1

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 59 | 59 | 0 | 1 ; 2 ; 3 ; 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | 2 | 1 | 3 | 0 | 91 | 91 | | | 2 | 1 | 3 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 0 | 59 | 59 | | | 3 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 4 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 1 | 5 | 0 | 85 | 85 | | | 5 | 1 | 5 | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| 1 | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 59 | 78 | 137 | 0 | 2 ; 3 ; 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| | | | | | | | | | | 2 | 1 | 3 | 0 | 91 | 91 | | | 4 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | 5 | 1 | 5 | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 1 | 5 | 0 | 85 | 85 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | | | | | | |
| 2 | 59 | 0 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 59 | 78 | 137 | 0 | 2 ; 5 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | 5 | 1 | 5 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 1 | 5 | 0 | 85 | 85 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | | | | | | |
| 3 | 59 | 78 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 78 | 78 | 156 | 0 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 1 | 5 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 2 | 6 | 78 | 97 | 175 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 1 | 5 | 0 | 85 | 85 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| 4 | 59 | 78 | 91 | 0 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 78 | 78 | 156 | 59 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 2 | 6 | 78 | 97 | 175 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 2 | 5 | 85 | 85 | 170 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| 5 | 118 | 78 | 91 | 0 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 78 | 78 | 156 | 78 | 2 ; 6 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | 4 | 2 | 6 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 118 | 85 | 203 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 2 | 6 | 78 | 97 | 175 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 2 | 5 | 85 | 85 | 170 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| 6 | 118 | 156 | 91 | 0 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 156 | 91 | 247 | 78 | 6 | 4 | 2 | 6 | 4 | 2 | 6 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 118 | 85 | 203 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 2 | 6 | 78 | 97 | 175 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 2 | 5 | 85 | 85 | 170 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 156 | 78 | 234 | | | | | | | | |

Tabel D.5
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 1 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 118 | 156 | 91 | 0 | 85 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 156 | 91 | 247 | 85 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 2 | 5 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 118 | 85 | 203 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 3 | 8 | 175 | 139 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 2 | 5 | 85 | 85 | 170 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 156 | 78 | 234 | | | | | | | | |
| 8 | 118 | 156 | 91 | 0 | 170 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 156 | 91 | 247 | 91 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 170 | 85 | 255 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 3 | 8 | 175 | 139 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 3 | 1 | 170 | 59 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 156 | 78 | 234 | | | | | | | | |
| 9 | 118 | 156 | 91 | 154 | 170 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 156 | 91 | 247 | 156 | 2 ; 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| | | | | | | | | | | 2 | 3 | 6 | 175 | 97 | 272 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 170 | 85 | 255 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 3 | 8 | 175 | 139 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 3 | 1 | 170 | 59 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 156 | 78 | 234 | | | | | | | | |
| 10 | 118 | 156 | 247 | 154 | 170 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 | 247 | 85 | 332 | 156 | 2 | 6 | 1 | 2 | 6 | 1 | 2 |
| | | | | | | | | | | 2 | 3 | 6 | 175 | 97 | 272 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 170 | 85 | 255 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 3 | 8 | 175 | 139 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 3 | 1 | 170 | 59 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 156 | 78 | 234 | | | | | | | | |
| 11 | 118 | 234 | 247 | 154 | 170 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 | 247 | 85 | 332 | 170 | 1 ; 5 | 3 | 2 | 5 | 3 | 2 | 5 |
| | | | | | | | | | | 2 | 3 | 6 | 175 | 97 | 272 | | | 5 | 3 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 170 | 85 | 255 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 3 | 8 | 175 | 139 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 3 | 1 | 170 | 59 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 2 | 2 | 234 | 78 | 312 | | | | | | | | |
| 12 | 118 | 234 | 247 | 154 | 255 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 | 255 | 85 | 340 | 170 | 1 | 5 | 3 | 1 | 5 | 3 | 1 |
| | | | | | | | | | | 2 | 3 | 6 | 175 | 97 | 272 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 255 | 78 | 333 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 3 | 8 | 175 | 139 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 3 | 1 | 170 | 59 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 2 | 2 | 234 | 78 | 312 | | | | | | | | |
| 13 | 229 | 234 | 247 | 154 | 255 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 | 255 | 85 | 340 | 175 | 6 ; 8 | 2 | 3 | 6 | 2 | 3 | 6 |
| | | | | | | | | | | 2 | 3 | 6 | 175 | 97 | 272 | | | 4 | 3 | 8 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 255 | 78 | 333 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 3 | 8 | 175 | 139 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 4 | 3 | 247 | 91 | 338 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 2 | 2 | 234 | 78 | 312 | | | | | | | | |
| 14 | 229 | 234 | 247 | 154 | 255 | 272 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 | 255 | 85 | 340 | 175 | 8 | 4 | 3 | 8 | 4 | 3 | 8 |
| | | | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 272 | 91 | 363 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 255 | 78 | 333 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 3 | 8 | 175 | 139 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 4 | 3 | 247 | 91 | 338 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 2 | 2 | 234 | 78 | 312 | | | | | | | | |

Tabel D.5
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 1 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 229 | 234 | 247 | 154 | 255 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 | 4 | 5 | 255 | 85 | 340 | 234 | 2 | 6 | 2 | 2 | 6 | 2 | 2 |
| | | | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 272 | 91 | 363 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 255 | 78 | 333 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 314 | 66 | 380 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 4 | 3 | 247 | 91 | 338 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 2 | 2 | 234 | 78 | 312 | | | | | | | | |
| 16 | 229 | 312 | 247 | 154 | 255 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 | 4 | 5 | 255 | 85 | 340 | 247 | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 |
| | | | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 272 | 91 | 363 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 312 | 78 | 390 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 314 | 66 | 380 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 4 | 3 | 247 | 91 | 338 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 3 | 9 | 312 | 66 | 378 | | | | | | | | |
| 17 | 229 | 312 | 338 | 154 | 255 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 | 4 | 5 | 255 | 85 | 340 | 255 | 5 | 1 | 4 | 5 | 1 | 4 | 5 |
| | | | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 338 | 91 | 429 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 312 | 78 | 390 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 314 | 66 | 380 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 5 | 7 | 338 | 113 | 451 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 3 | 9 | 312 | 66 | 378 | | | | | | | | |
| 18 | 229 | 312 | 338 | 154 | 340 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 | 5 | 8 | 340 | 139 | 479 | 312 | 2 ; 9 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| | | | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 338 | 91 | 429 | | | 6 | 3 | 9 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 312 | 78 | 390 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 314 | 66 | 380 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 5 | 7 | 338 | 113 | 451 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 3 | 9 | 312 | 66 | 378 | | | | | | | | |
| 19 | 229 | 390 | 338 | 154 | 340 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 | 5 | 8 | 340 | 139 | 479 | 312 | 9 | 6 | 3 | 9 | 6 | 3 | 9 |
| | | | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 338 | 91 | 429 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 390 | 91 | 481 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 314 | 66 | 380 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 5 | 7 | 338 | 113 | 451 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 3 | 9 | 312 | 66 | 378 | | | | | | | | |
| 20 | 229 | 390 | 338 | 154 | 340 | 272 | 0 | 314 | 378 | 1 | 5 | 8 | 340 | 139 | 479 | 338 | 3 ; 7 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| | | | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 338 | 91 | 429 | | | 5 | 5 | 7 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 390 | 91 | 481 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 378 | 66 | 444 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 5 | 7 | 338 | 113 | 451 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 4 | 6 | 378 | 97 | 475 | | | | | | | | |
| 21 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 272 | 0 | 314 | 378 | 1 | 5 | 8 | 340 | 139 | 479 | 338 | 7 | 5 | 5 | 7 | 5 | 5 | 7 |
| | | | | | | | | | | 2 | 5 | 5 | 429 | 85 | 514 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 429 | 91 | 520 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 378 | 66 | 444 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 5 | 7 | 338 | 113 | 451 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 4 | 6 | 378 | 97 | 475 | | | | | | | | |
| 22 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 272 | 451 | 314 | 378 | 1 | 5 | 8 | 340 | 139 | 479 | 340 | 8 | 1 | 5 | 8 | 1 | 5 | 8 |
| | | | | | | | | | | 2 | 5 | 5 | 429 | 85 | 514 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 429 | 91 | 520 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 378 | 66 | 444 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 451 | 139 | 590 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 4 | 6 | 378 | 97 | 475 | | | | | | | | |

Tabel D.5
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 1 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 272 | 451 | 479 | 378 | 1 | 6 | 6 | 479 | 97 | 576 | 378 | 6 ; 9 | 4 | 4 | 9 | 4 | 4 | 9 |
| | | | | | | | | | | 2 | 5 | 5 | 429 | 85 | 514 | | | 6 | 4 | 6 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 429 | 91 | 520 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 4 | 9 | 378 | 66 | 444 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 479 | 139 | 618 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 4 | 6 | 378 | 97 | 475 | | | | | | | | |
| 24 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 272 | 451 | 479 | 444 | 1 | 6 | 6 | 479 | 97 | 576 | 378 | 6 | 6 | 4 | 6 | 6 | 4 | 6 |
| | | | | | | | | | | 2 | 5 | 5 | 429 | 85 | 514 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 429 | 91 | 520 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 5 | 4 | 444 | 63 | 507 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 479 | 139 | 618 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 4 | 6 | 378 | 97 | 475 | | | | | | | | |
| 25 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 475 | 451 | 479 | 444 | 1 | 6 | 6 | 479 | 97 | 576 | 429 | 3 ; 5 | 2 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 |
| | | | | | | | | | | 2 | 5 | 5 | 429 | 85 | 514 | | | 3 | 4 | 3 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 429 | 91 | 520 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 5 | 4 | 444 | 63 | 507 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 479 | 139 | 618 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 5 | 9 | 475 | 66 | 541 | | | | | | | | |
| 26 | 229 | 390 | 429 | 154 | 514 | 475 | 451 | 479 | 444 | 1 | 6 | 6 | 479 | 97 | 576 | 429 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 7 | 514 | 113 | 627 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 429 | 91 | 520 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 5 | 4 | 444 | 63 | 507 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 479 | 139 | 618 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 5 | 9 | 475 | 66 | 541 | | | | | | | | |
| 27 | 229 | 390 | 520 | 154 | 514 | 475 | 451 | 479 | 444 | 1 | 6 | 6 | 479 | 97 | 576 | 444 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 7 | 514 | 113 | 627 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 5 | 6 | 520 | 97 | 617 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 5 | 4 | 444 | 63 | 507 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 479 | 139 | 618 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 5 | 9 | 475 | 66 | 541 | | | | | | | | |
| 28 | 229 | 390 | 520 | 507 | 514 | 475 | 451 | 479 | 444 | 1 | 6 | 6 | 479 | 97 | 576 | 475 | 9 | 6 | 5 | 9 | 6 | 5 | 9 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 7 | 514 | 113 | 627 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 5 | 6 | 520 | 97 | 617 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 6 | 507 | 97 | 604 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 479 | 139 | 618 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 5 | 9 | 475 | 66 | 541 | | | | | | | | |
| 29 | 229 | 390 | 520 | 507 | 514 | 475 | 451 | 479 | 541 | 1 | 6 | 6 | 479 | 97 | 576 | 479 | 6 ; 8 | 1 | 6 | 6 | 1 | 6 | 6 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 7 | 514 | 113 | 627 | | | 5 | 6 | 8 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 5 | 6 | 520 | 97 | 617 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 6 | 507 | 97 | 604 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 479 | 139 | 618 | | | | | | | | |
| 30 | 229 | 390 | 520 | 507 | 514 | 576 | 451 | 479 | 541 | 1 | 7 | 4 | 576 | 63 | 639 | 479 | 8 | 5 | 6 | 8 | 5 | 6 | 8 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 7 | 514 | 113 | 627 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 5 | 6 | 576 | 97 | 673 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 6 | 576 | 97 | 673 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 8 | 479 | 139 | 618 | | | | | | | | |

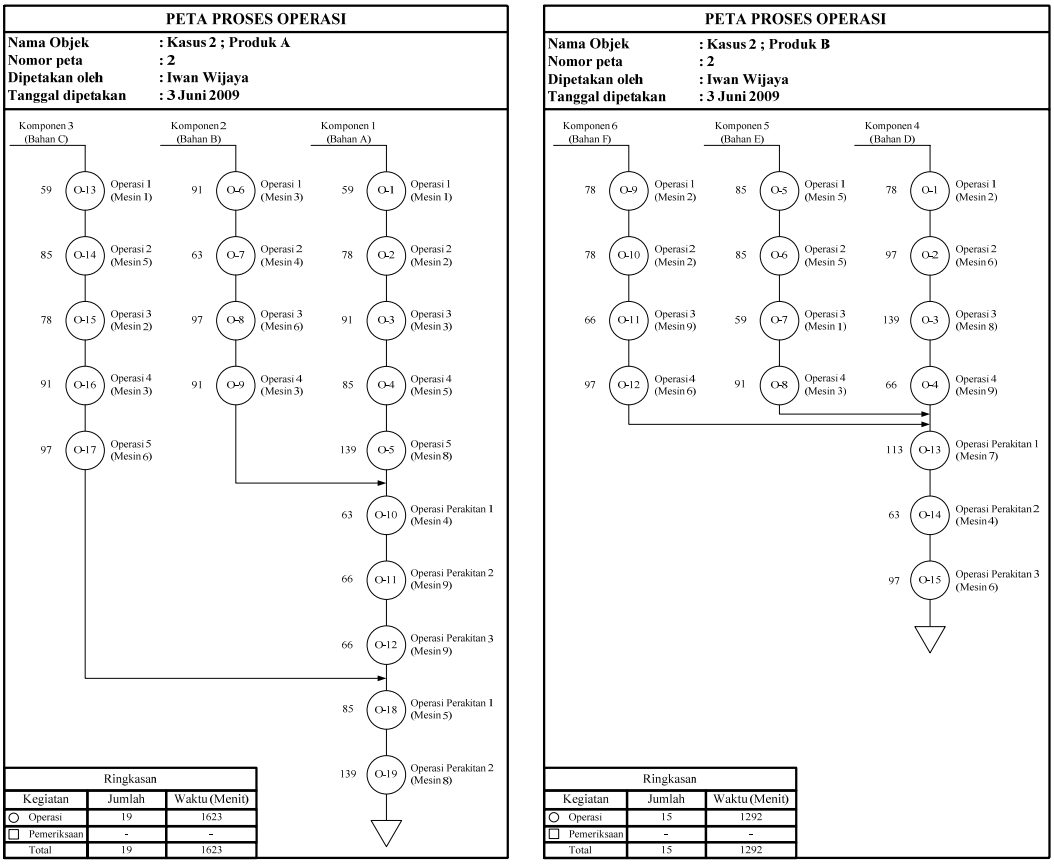
Tabel D.5
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 1 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 31 | 229 | 390 | 520 | 507 | 514 | 576 | 451 | 618 | 541 | 1 7 4 | 576 | 63 | 639 | 514 | 7 | 2 6 7 | 2 6 7 |
| | | | | | | | | | | 2 6 7 | 514 | 113 | 627 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 5 6 | 576 | 97 | 673 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 6 6 | 576 | 97 | 673 | | | | |
| 32 | 229 | 390 | 520 | 507 | 514 | 576 | 627 | 618 | 541 | 1 7 4 | 576 | 63 | 639 | 576 | 4 ; 6 | 1 7 4 | 1 7 4 |
| | | | | | | | | | | 2 7 8 | 627 | 139 | 766 | | | 3 5 6 | |
| | | | | | | | | | | 3 5 6 | 576 | 97 | 673 | | | 4 6 6 | |
| | | | | | | | | | | 4 6 6 | 576 | 97 | 673 | | | | |
| 33 | 229 | 390 | 520 | 639 | 514 | 576 | 627 | 618 | 541 | 1 8 7 | 639 | 113 | 752 | 576 | 6 | 3 5 6 | 3 5 6 |
| | | | | | | | | | | 2 7 8 | 627 | 139 | 766 | | | 4 6 6 | |
| | | | | | | | | | | 3 5 6 | 576 | 97 | 673 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 6 6 | 576 | 97 | 673 | | | | |
| 34 | 229 | 390 | 520 | 639 | 514 | 673 | 627 | 618 | 541 | 1 8 7 | 639 | 113 | 752 | 627 | 8 | 2 7 8 | 2 7 8 |
| | | | | | | | | | | 2 7 8 | 627 | 139 | 766 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 673 | 139 | 812 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 6 6 | 673 | 97 | 770 | | | | |
| 35 | 229 | 390 | 520 | 639 | 514 | 673 | 627 | 766 | 541 | 1 8 7 | 639 | 113 | 752 | 639 | 7 | 1 8 7 | 1 8 7 |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 766 | 139 | 905 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 6 6 | 673 | 97 | 770 | | | | |
| 36 | 229 | 390 | 520 | 639 | 514 | 673 | 752 | 766 | 541 | 1 9 9 | 752 | 66 | 818 | 673 | 6 | 4 6 6 | 4 6 6 |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 766 | 139 | 905 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 6 6 | 673 | 97 | 770 | | | | |
| 37 | 229 | 390 | 520 | 639 | 514 | 770 | 752 | 766 | 541 | 1 9 9 | 752 | 66 | 818 | 752 | 9 | 1 9 9 | 1 9 9 |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 766 | 139 | 905 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 7 1 | 770 | 59 | 829 | | | | |
| 38 | 229 | 390 | 520 | 639 | 514 | 770 | 752 | 766 | 818 | 3 6 8 | 766 | 139 | 905 | 766 | 8 | 3 6 8 | 3 6 8 |
| | | | | | | | | | | 4 7 1 | 770 | 59 | 829 | | | | |
| 39 | 229 | 390 | 520 | 639 | 514 | 770 | 752 | 905 | 818 | 4 7 1 | 770 | 59 | 829 | 770 | 1 | 4 7 1 | 4 7 1 |
| | | | | | | | | | | A-7 1 7 | 905 | 113 | 1018 | | | | |
| 40 | 829 | 390 | 520 | 639 | 514 | 770 | 752 | 905 | 818 | A-7 1 7 | 905 | 113 | 1018 | 829 | 4 | B-8 1 4 | B-8 1 4 |
| | | | | | | | | | | B-8 1 4 | 829 | 63 | 892 | | | | |
| 41 | 829 | 390 | 520 | 892 | 514 | 770 | 752 | 905 | 818 | A-7 1 7 | 905 | 113 | 1018 | 892 | 9 | B-8 2 9 | B-8 2 9 |
| | | | | | | | | | | B-8 2 9 | 892 | 66 | 958 | | | | |
| 42 | 829 | 390 | 520 | 892 | 514 | 770 | 752 | 905 | 958 | A-7 1 7 | 905 | 113 | 1018 | 905 | 7 | A-7 1 7 | A-7 1 7 |
| | | | | | | | | | | B-8 3 9 | 958 | 66 | 1024 | | | | |
| 43 | 829 | 390 | 520 | 892 | 514 | 770 | 1018 | 905 | 958 | A-7 2 4 | 1018 | 63 | 1081 | 958 | 9 | B-8 3 9 | B-8 3 9 |
| | | | | | | | | | | B-8 3 9 | 958 | 66 | 1024 | | | | |
| 44 | 829 | 390 | 520 | 892 | 514 | 770 | 1018 | 905 | 1024 | A-7 2 4 | 1018 | 63 | 1081 | 1018 | 4 | A-7 2 4 | A-7 2 4 |
| | | | | | | | | | | B-9 1 5 | 1024 | 85 | 1109 | | | | |
| 45 | 829 | 390 | 520 | 1081 | 514 | 770 | 1018 | 905 | 1024 | A-7 3 6 | 1081 | 97 | 1178 | 1024 | 5 | B-9 1 5 | B-9 1 5 |
| | | | | | | | | | | B-9 1 5 | 1024 | 85 | 1109 | | | | |
| 46 | 829 | 390 | 520 | 1081 | 1109 | 770 | 1018 | 905 | 1024 | A-7 3 6 | 1081 | 97 | 1178 | 1081 | 6 | A-7 3 6 | A-7 3 6 |
| | | | | | | | | | | B-9 2 8 | 1109 | 139 | 1248 | | | | |
| 47 | 829 | 390 | 520 | 1081 | 1109 | 1178 | 1018 | 905 | 1024 | B-9 2 8 | 1109 | 139 | 1248 | 1109 | 8 | B-9 2 8 | B-9 2 8 |

*Makespan* = 1248 Menit

## D.2 Kasus 2 (9 *Job* 9 Mesin)

Perbedaan kasus 2 dengan kasus 1 adalah maksimal jumlah operasi dari *job*. Pada kasus 2, maksimal jumlah operasi dari *job* adalah sebanyak 5.



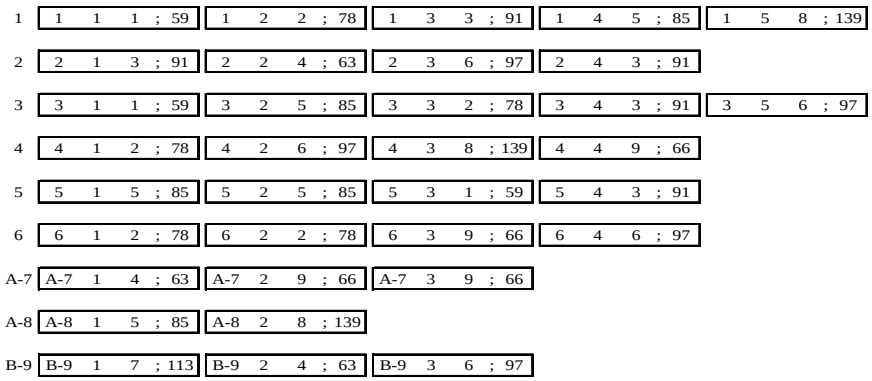

Gambar D.3
Peta Proses Operasi Kasus 2

Tabel D.6
Matriks *Routing* Mesin (Kasus 2)

| Job | Operation | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 |
| 2 | 3 | 4 | 6 | 3 | - |
| 3 | 1 | 5 | 2 | 3 | 6 |
| 4 | 2 | 6 | 8 | 9 | - |
| 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | - |
| 6 | 2 | 2 | 9 | 6 | - |
| A-7 | 4 | 9 | 9 | - | - |
| A-8 | 5 | 8 | - | - | - |
| B-9 | 7 | 4 | 6 | - | - |

Tabel D.7
Matriks Waktu Proses (Kasus 2)

| Job | Operation | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 59 | 78 | 91 | 85 | 139 |
| 2 | 91 | 63 | 97 | 91 | - |
| 3 | 59 | 85 | 78 | 91 | 97 |
| 4 | 78 | 97 | 139 | 66 | - |
| 5 | 85 | 85 | 59 | 91 | - |
| 6 | 78 | 78 | 66 | 97 | - |
| A-7 | 63 | 66 | 66 | - | |
| A-8 | 85 | 139 | - | - | |
| B-9 | 113 | 63 | 97 | - | |




Gambar D.4
Notasi Penjadwalan Kasus 2

## A. Pengolahan Dengan Algoritma *Simulated Annealing*

Tabel D.8
Hasil Penjadwalan Algoritma *Simulated Annealing* Untuk Kasus 2

Temperatur : 85.74
N Ke-3
Makespan : 890.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 59 | 0 | 59 |
| M1-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 59 | 59 | 118 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 59 | 417 | 476 |
| M2-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 78 | 0 | 78 |
| M2-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 78 | 78 | 156 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 78 | 156 | 234 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 78 | 234 | 312 |
| M2-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 78 | 312 | 390 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 91 | 0 | 91 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 91 | 156 | 247 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 91 | 272 | 363 |
| M3-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 91 | 390 | 481 |
| M3-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 91 | 481 | 572 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 63 | 91 | 154 |
| M4-Mesin Ke-1 | A-7 | O1 | 63 | 471 | 534 |
| M4-Mesin Ke-1 | B-9 | O2 | 63 | 685 | 748 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 85 | 0 | 85 |
| M5-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 85 | 118 | 203 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 85 | 247 | 332 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 85 | 332 | 417 |
| M5-Mesin Ke-1 | A-8 | O1 | 85 | 666 | 751 |
| M6-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 97 | 78 | 175 |
| M6-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 97 | 175 | 272 |
| M6-Mesin Ke-1 | J6 | O4 | 97 | 378 | 475 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O5 | 97 | 481 | 578 |
| M6-Mesin Ke-1 | B-9 | O3 | 97 | 748 | 845 |
| M7-Mesin Ke-1 | B-9 | O1 | 113 | 572 | 685 |
| M8-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 139 | 175 | 314 |
| M8-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 139 | 332 | 471 |
| M8-Mesin Ke-1 | A-8 | O2 | 139 | 751 | 890 |
| M9-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 66 | 312 | 378 |
| M9-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 66 | 378 | 444 |
| M9-Mesin Ke-1 | A-7 | O2 | 66 | 534 | 600 |
| M9-Mesin Ke-1 | A-7 | O3 | 66 | 600 | 666 |

B. Pengolahan Dengan Metode Aktif

Tabel D.9
Hasil Penjadwalan Metode Aktif Untuk Kasus 2

Hasil Jadwal Aktif

Makespan : 898.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 59 | 0 | 59 |
| M1-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 59 | 59 | 118 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 59 | 170 | 229 |
| M2-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 78 | 0 | 78 |
| M2-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 78 | 78 | 156 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 78 | 156 | 234 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 78 | 234 | 312 |
| M2-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 78 | 312 | 390 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 91 | 0 | 91 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 91 | 156 | 247 |
| M3-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 91 | 247 | 338 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 91 | 338 | 429 |
| M3-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 91 | 429 | 520 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 63 | 91 | 154 |
| M4-Mesin Ke-1 | A-7 | O1 | 63 | 479 | 542 |
| M4-Mesin Ke-1 | B-9 | O2 | 63 | 588 | 651 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 85 | 0 | 85 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 85 | 85 | 170 |
| M5-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 85 | 170 | 255 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 85 | 255 | 340 |
| M5-Mesin Ke-1 | A-8 | O1 | 85 | 674 | 759 |
| M6-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 97 | 78 | 175 |
| M6-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 97 | 175 | 272 |
| M6-Mesin Ke-1 | J6 | O4 | 97 | 378 | 475 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O5 | 97 | 520 | 617 |
| M6-Mesin Ke-1 | B-9 | O3 | 97 | 651 | 748 |
| M7-Mesin Ke-1 | B-9 | O1 | 113 | 475 | 588 |
| M8-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 139 | 175 | 314 |
| M8-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 139 | 340 | 479 |
| M8-Mesin Ke-1 | A-8 | O2 | 139 | 759 | 898 |
| M9-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 66 | 312 | 378 |
| M9-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 66 | 378 | 444 |
| M9-Mesin Ke-1 | A-7 | O2 | 66 | 542 | 608 |
| M9-Mesin Ke-1 | A-7 | O3 | 66 | 608 | 674 |

C. Pengolahan Dengan Metode *Non-Delay*

Tabel D.10
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 2

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 59 | 59 | 0 | 1 ; 2 ; 3 ; 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | 2 | 1 | 3 | 0 | 91 | 91 | | | 2 | 1 | 3 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 0 | 59 | 59 | | | 3 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 4 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 1 | 5 | 0 | 85 | 85 | | | 5 | 1 | 5 | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| 1 | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 59 | 78 | 137 | 0 | 2 ; 3 ; 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| | | | | | | | | | | 2 | 1 | 3 | 0 | 91 | 91 | | | 4 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | 5 | 1 | 5 | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 1 | 5 | 0 | 85 | 85 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | | | | | | |
| 2 | 59 | 0 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 59 | 78 | 137 | 0 | 2 ; 5 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | 5 | 1 | 5 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 1 | 5 | 0 | 85 | 85 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | | | | | | |
| 3 | 59 | 78 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 78 | 78 | 156 | 0 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 1 | 5 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 2 | 6 | 78 | 97 | 175 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 1 | 5 | 0 | 85 | 85 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| 4 | 59 | 78 | 91 | 0 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 78 | 78 | 156 | 59 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 2 | 6 | 78 | 97 | 175 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 2 | 5 | 85 | 85 | 170 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| 5 | 118 | 78 | 91 | 0 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 78 | 78 | 156 | 78 | 2 ; 6 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | 4 | 2 | 6 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 118 | 85 | 203 | | | 6 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 2 | 6 | 78 | 97 | 175 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 2 | 5 | 85 | 85 | 170 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| 6 | 118 | 156 | 91 | 0 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 156 | 91 | 247 | 78 | 6 | 4 | 2 | 6 | 4 | 2 | 6 |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 4 | 91 | 63 | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 118 | 85 | 203 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 2 | 6 | 78 | 97 | 175 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 2 | 5 | 85 | 85 | 170 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 | 1 | 2 | 156 | 78 | 234 | | | | | | | | |

Tabel D.10
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 2 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 7 | 118 | 156 | 91 | 0 | 85 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 3 3 | 156 | 91 | 247 | 85 | 5 | 5 2 5 | 5 2 5 |
| | | | | | | | | | | 2 2 4 | 91 | 63 | 154 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 118 | 85 | 203 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 8 | 175 | 139 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 2 5 | 85 | 85 | 170 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 1 2 | 156 | 78 | 234 | | | | |
| 8 | 118 | 156 | 91 | 0 | 170 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 3 3 | 156 | 91 | 247 | 91 | 4 | 2 2 4 | 2 2 4 |
| | | | | | | | | | | 2 2 4 | 91 | 63 | 154 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 170 | 85 | 255 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 8 | 175 | 139 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 1 | 170 | 59 | 229 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 1 2 | 156 | 78 | 234 | | | | |
| 9 | 118 | 156 | 91 | 154 | 170 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 3 3 | 156 | 91 | 247 | 156 | 2 ; 3 | 1 3 3 | 1 3 3 |
| | | | | | | | | | | 2 3 6 | 175 | 97 | 272 | | | 6 1 2 | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 170 | 85 | 255 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 8 | 175 | 139 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 1 | 170 | 59 | 229 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 1 2 | 156 | 78 | 234 | | | | |
| 10 | 118 | 156 | 247 | 154 | 170 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 4 5 | 247 | 85 | 332 | 156 | 2 | 6 1 2 | 6 1 2 |
| | | | | | | | | | | 2 3 6 | 175 | 97 | 272 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 170 | 85 | 255 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 8 | 175 | 139 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 1 | 170 | 59 | 229 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 1 2 | 156 | 78 | 234 | | | | |
| 11 | 118 | 234 | 247 | 154 | 170 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 4 5 | 247 | 85 | 332 | 170 | 1 ; 5 | 3 2 5 | 3 2 5 |
| | | | | | | | | | | 2 3 6 | 175 | 97 | 272 | | | 5 3 1 | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 170 | 85 | 255 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 8 | 175 | 139 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 1 | 170 | 59 | 229 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 2 2 | 234 | 78 | 312 | | | | |
| 12 | 118 | 234 | 247 | 154 | 255 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 4 5 | 255 | 85 | 340 | 170 | 1 | 5 3 1 | 5 3 1 |
| | | | | | | | | | | 2 3 6 | 175 | 97 | 272 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 255 | 78 | 333 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 8 | 175 | 139 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 1 | 170 | 59 | 229 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 2 2 | 234 | 78 | 312 | | | | |
| 13 | 229 | 234 | 247 | 154 | 255 | 175 | 0 | 0 | 0 | 1 4 5 | 255 | 85 | 340 | 175 | 6 ; 8 | 2 3 6 | 2 3 6 |
| | | | | | | | | | | 2 3 6 | 175 | 97 | 272 | | | 4 3 8 | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 255 | 78 | 333 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 8 | 175 | 139 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 3 | 247 | 91 | 338 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 2 2 | 234 | 78 | 312 | | | | |

Tabel D.10
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 2 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 14 | 229 | 234 | 247 | 154 | 255 | 272 | 0 | 0 | 0 | 1 4 5 | 255 | 85 | 340 | 175 | 8 | 4 3 8 | 4 3 8 |
| | | | | | | | | | | 2 4 3 | 272 | 91 | 363 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 255 | 78 | 333 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 8 | 175 | 139 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 3 | 247 | 91 | 338 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 2 2 | 234 | 78 | 312 | | | | |
| 15 | 229 | 234 | 247 | 154 | 255 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 4 5 | 255 | 85 | 340 | 234 | 2 | 6 2 2 | 6 2 2 |
| | | | | | | | | | | 2 4 3 | 272 | 91 | 363 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 255 | 78 | 333 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 314 | 66 | 380 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 3 | 247 | 91 | 338 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 2 2 | 234 | 78 | 312 | | | | |
| 16 | 229 | 312 | 247 | 154 | 255 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 4 5 | 255 | 85 | 340 | 247 | 3 | 5 4 3 | 5 4 3 |
| | | | | | | | | | | 2 4 3 | 272 | 91 | 363 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 312 | 78 | 390 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 314 | 66 | 380 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 3 | 247 | 91 | 338 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 3 9 | 312 | 66 | 378 | | | | |
| 17 | 229 | 312 | 338 | 154 | 255 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 4 5 | 255 | 85 | 340 | 255 | 5 | 1 4 5 | 1 4 5 |
| | | | | | | | | | | 2 4 3 | 338 | 91 | 429 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 312 | 78 | 390 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 314 | 66 | 380 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 3 9 | 312 | 66 | 378 | | | | |
| 18 | 229 | 312 | 338 | 154 | 340 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 5 8 | 340 | 139 | 479 | 312 | 2 ; 9 | 3 3 2 | 3 3 2 |
| | | | | | | | | | | 2 4 3 | 338 | 91 | 429 | | | 6 3 9 | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 312 | 78 | 390 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 314 | 66 | 380 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 3 9 | 312 | 66 | 378 | | | | |
| 19 | 229 | 390 | 338 | 154 | 340 | 272 | 0 | 314 | 0 | 1 5 8 | 340 | 139 | 479 | 312 | 9 | 6 3 9 | 6 3 9 |
| | | | | | | | | | | 2 4 3 | 338 | 91 | 429 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 4 3 | 390 | 91 | 481 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 314 | 66 | 380 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 3 9 | 312 | 66 | 378 | | | | |
| 20 | 229 | 390 | 338 | 154 | 340 | 272 | 0 | 314 | 378 | 1 5 8 | 340 | 139 | 479 | 338 | 3 | 2 4 3 | 2 4 3 |
| | | | | | | | | | | 2 4 3 | 338 | 91 | 429 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 4 3 | 390 | 91 | 481 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 378 | 66 | 444 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 4 6 | 378 | 97 | 475 | | | | |

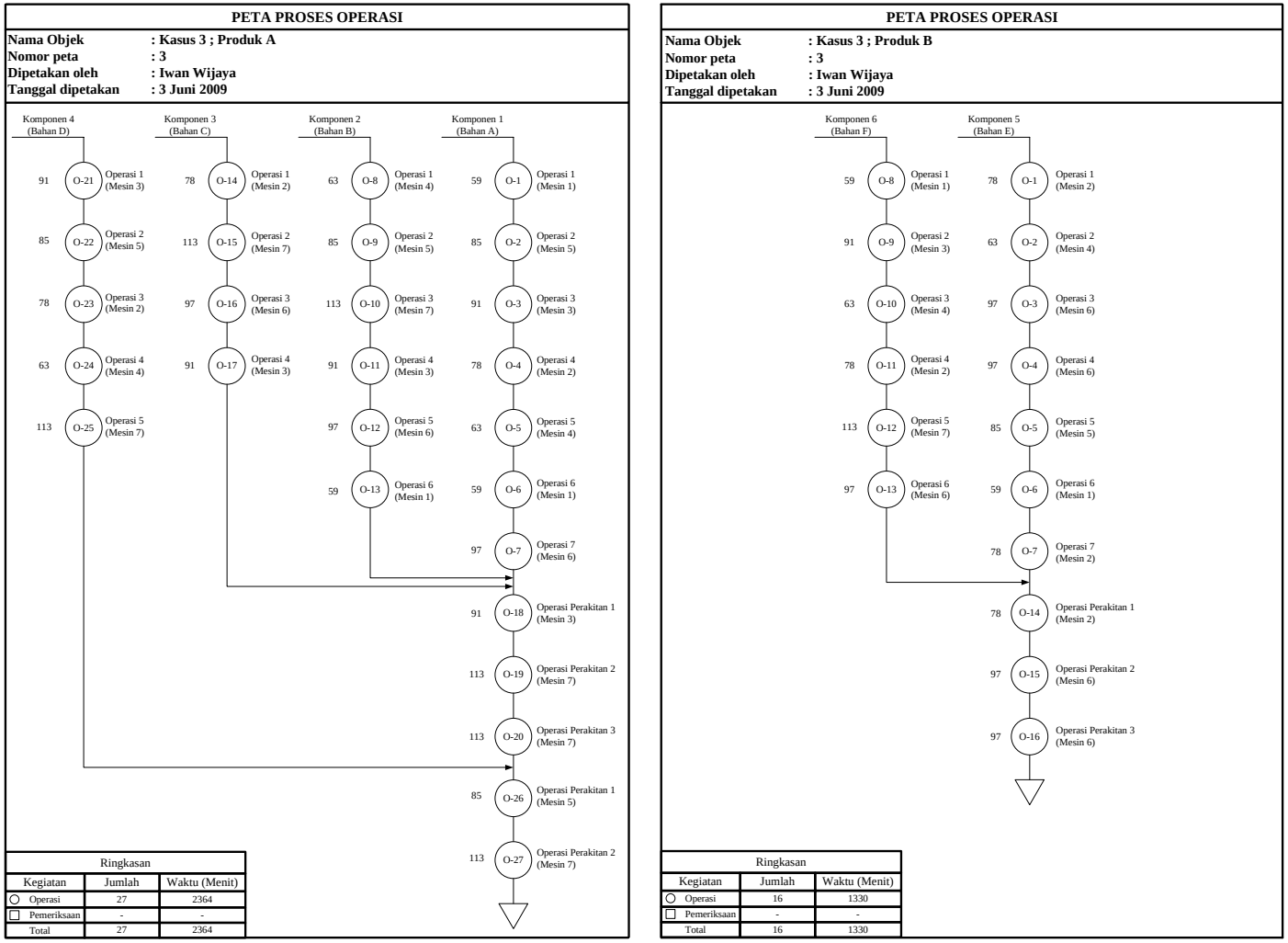
Tabel D.10
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 2 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 21 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 272 | 0 | 314 | 378 | 1 5 8 | 340 | 139 | 479 | 340 | 8 | 1 5 8 | 1 5 8 |
| | | | | | | | | | | 3 4 3 | 429 | 91 | 520 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 378 | 66 | 444 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 4 6 | 378 | 97 | 475 | | | | |
| 22 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 272 | 0 | 479 | 378 | 3 4 3 | 429 | 91 | 520 | 378 | 6 ; 9 | 4 4 9 | 4 4 9 |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 378 | 66 | 444 | | | 6 4 6 | |
| | | | | | | | | | | 6 4 6 | 378 | 97 | 475 | | | | |
| | | | | | | | | | | A-7 1 4 | 479 | 63 | 542 | | | | |
| 23 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 272 | 0 | 479 | 444 | 3 4 3 | 429 | 91 | 520 | 378 | 6 | 6 4 6 | 6 4 6 |
| | | | | | | | | | | 6 4 6 | 378 | 97 | 475 | | | | |
| | | | | | | | | | | A-7 1 4 | 479 | 63 | 542 | | | | |
| 24 | 229 | 390 | 429 | 154 | 340 | 475 | 0 | 479 | 444 | 3 4 3 | 429 | 91 | 520 | 429 | 3 | 3 4 3 | 3 4 3 |
| | | | | | | | | | | A-7 1 4 | 479 | 63 | 542 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-9 1 7 | 475 | 113 | 588 | | | | |
| 25 | 229 | 390 | 520 | 154 | 340 | 475 | 0 | 479 | 444 | 3 5 6 | 520 | 97 | 617 | 475 | 7 | B-9 1 7 | B-9 1 7 |
| | | | | | | | | | | A-7 1 4 | 479 | 63 | 542 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-9 1 7 | 475 | 113 | 588 | | | | |
| 26 | 229 | 390 | 520 | 154 | 340 | 475 | 588 | 479 | 444 | 3 5 6 | 520 | 97 | 617 | 479 | 4 | A-7 1 4 | A-7 1 4 |
| | | | | | | | | | | A-7 1 4 | 479 | 63 | 542 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-9 2 4 | 588 | 63 | 651 | | | | |
| 27 | 229 | 390 | 520 | 542 | 340 | 475 | 588 | 479 | 444 | 3 5 6 | 520 | 97 | 617 | 520 | 6 | 3 5 6 | 3 5 6 |
| | | | | | | | | | | A-7 2 9 | 542 | 66 | 608 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-9 2 4 | 588 | 63 | 651 | | | | |
| 28 | 229 | 390 | 520 | 542 | 340 | 617 | 588 | 479 | 444 | A-7 2 9 | 542 | 66 | 608 | 542 | 9 | A-7 2 9 | A-7 2 9 |
| | | | | | | | | | | B-9 2 4 | 588 | 63 | 651 | | | | |
| 29 | 229 | 390 | 520 | 542 | 340 | 617 | 588 | 479 | 608 | A-7 3 9 | 608 | 66 | 674 | 588 | 4 | B-9 2 4 | B-9 2 4 |
| | | | | | | | | | | B-9 2 4 | 588 | 63 | 651 | | | | |
| 30 | 229 | 390 | 520 | 651 | 340 | 617 | 588 | 479 | 608 | A-7 3 9 | 608 | 66 | 674 | 608 | 9 | A-7 3 9 | A-7 3 9 |
| | | | | | | | | | | B-9 3 6 | 651 | 97 | 748 | | | | |
| 31 | 229 | 390 | 520 | 651 | 340 | 617 | 588 | 479 | 674 | A-8 1 5 | 674 | 85 | 759 | 651 | 6 | B-9 3 6 | B-9 3 6 |
| | | | | | | | | | | B-9 3 6 | 651 | 97 | 748 | | | | |
| 32 | 229 | 390 | 520 | 651 | 340 | 748 | 588 | 479 | 674 | A-8 1 5 | 674 | 85 | 759 | 674 | 5 | A-8 1 5 | A-8 1 5 |
| 33 | 229 | 390 | 520 | 651 | 759 | 748 | 588 | 479 | 674 | A-8 2 8 | 759 | 139 | 898 | 759 | 8 | A-8 2 8 | A-8 2 8 |

*Makespan* = 898 Menit

## D.3 Kasus 3 (9 *Job* 7 Mesin)

Melalui kasus ini, penulis ingin mengetahui hasil penjadwalan *job shop* jika jumlah *job* lebih besar dari jumlah mesin.



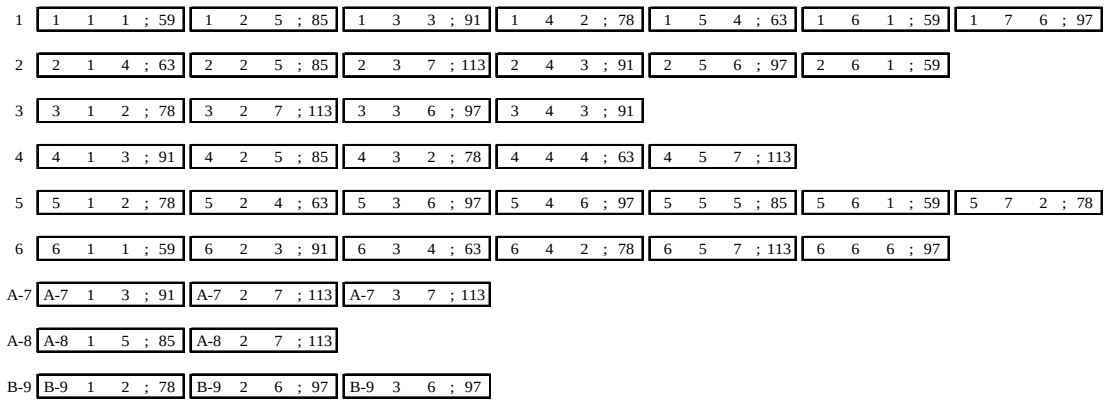

Gambar D.5
Peta Proses Operasi Kasus 3

Tabel D.11
Matriks *Routing* Mesin (Kasus 3)

| Job | Operation | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 3 | 2 | 4 | 1 | 6 |
| 2 | 4 | 5 | 7 | 3 | 6 | 1 | - |
| 3 | 2 | 7 | 6 | 3 | - | - | - |
| 4 | 3 | 5 | 2 | 4 | 7 | - | - |
| 5 | 2 | 4 | 6 | 6 | 5 | 1 | 2 |
| 6 | 1 | 3 | 4 | 2 | 7 | 6 | - |
| A-7 | 3 | 7 | 7 | - | - | - | - |
| A-8 | 5 | 7 | - | - | - | - | - |
| B-9 | 2 | 6 | 6 | - | - | - | - |

Tabel D.12
Matriks Waktu Proses (Kasus 3)

| Job | Operation | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 59 | 85 | 91 | 78 | 63 | 59 | 97 |
| 2 | 63 | 85 | 113 | 91 | 97 | 59 | - |
| 3 | 78 | 113 | 97 | 91 | - | - | - |
| 4 | 91 | 85 | 78 | 63 | 113 | - | - |
| 5 | 78 | 63 | 97 | 97 | 85 | 59 | 78 |
| 6 | 59 | 91 | 63 | 78 | 113 | 97 | - |
| A-7 | 91 | 113 | 113 | - | - | - | - |
| A-8 | 85 | 113 | - | - | - | - | - |
| B-9 | 78 | 97 | 97 | - | - | - | - |




Gambar D.6
Notasi Penjadwalan Kasus 3

A. Pengolahan Dengan Algoritma *Simulated Annealing*

Tabel D.13
Hasil Penjadwalan Algoritma *Simulated Annealing* Untuk Kasus 3

Temperatur : 63.02
N Ke-3
Makespan : 1180.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 59 | 0 | 59 |
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 59 | 59 | 118 |
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O6 | 59 | 465 | 524 |
| M1-Mesin Ke-1 | J2 | O6 | 59 | 568 | 627 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O6 | 59 | 627 | 686 |
| M2-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 78 | 0 | 78 |
| M2-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 78 | 78 | 156 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O4 | 78 | 245 | 323 |
| M2-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 78 | 324 | 402 |
| M2-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 78 | 402 | 480 |
| M2-Mesin Ke-1 | J5 | O7 | 78 | 686 | 764 |
| M2-Mesin Ke-1 | B-9 | O1 | 78 | 764 | 842 |
| M3-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 91 | 0 | 91 |
| M3-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 91 | 91 | 182 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 91 | 233 | 324 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 91 | 324 | 415 |
| M3-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 91 | 471 | 562 |
| M3-Mesin Ke-1 | A-7 | O1 | 91 | 665 | 756 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 63 | 0 | 63 |
| M4-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 63 | 78 | 141 |
| M4-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 63 | 182 | 245 |
| M4-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 63 | 402 | 465 |
| M4-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 63 | 480 | 543 |
| M5-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 85 | 63 | 148 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 85 | 148 | 233 |
| M5-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 85 | 233 | 318 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O5 | 85 | 335 | 420 |
| M5-Mesin Ke-1 | A-8 | O1 | 85 | 982 | 1067 |
| M6-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 97 | 141 | 238 |
| M6-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 97 | 238 | 335 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 97 | 374 | 471 |
| M6-Mesin Ke-1 | J2 | O5 | 97 | 471 | 568 |
| M6-Mesin Ke-1 | J1 | O7 | 97 | 568 | 665 |
| M6-Mesin Ke-1 | J6 | O6 | 97 | 665 | 762 |
| M6-Mesin Ke-1 | B-9 | O2 | 97 | 842 | 939 |
| M6-Mesin Ke-1 | B-9 | O3 | 97 | 939 | 1036 |
| M7-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 113 | 148 | 261 |
| M7-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 113 | 261 | 374 |
| M7-Mesin Ke-1 | J6 | O5 | 113 | 374 | 487 |
| M7-Mesin Ke-1 | J4 | O5 | 113 | 543 | 656 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-7 | O2 | 113 | 756 | 869 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-7 | O3 | 113 | 869 | 982 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-8 | O2 | 113 | 1067 | 1180 |

B. Pengolahan Dengan Metode Aktif

Tabel D.14
Hasil Penjadwalan Metode Aktif Untuk Kasus 3

Hasil Jadwal Aktif
Makespan : 1200.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 59 | 0 | 59 |
| M1-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 59 | 59 | 118 |
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O6 | 59 | 501 | 560 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O6 | 59 | 567 | 626 |
| M1-Mesin Ke-1 | J2 | O6 | 59 | 626 | 685 |
| M2-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 78 | 0 | 78 |
| M2-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 78 | 78 | 156 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O4 | 78 | 282 | 360 |
| M2-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 78 | 360 | 438 |
| M2-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 78 | 438 | 516 |
| M2-Mesin Ke-1 | J5 | O7 | 78 | 626 | 704 |
| M2-Mesin Ke-1 | B-9 | O1 | 78 | 773 | 851 |
| M3-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 91 | 0 | 91 |
| M3-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 91 | 118 | 209 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 91 | 209 | 300 |
| M3-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 91 | 300 | 391 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 91 | 391 | 482 |
| M3-Mesin Ke-1 | A-7 | O1 | 91 | 685 | 776 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 63 | 0 | 63 |
| M4-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 63 | 156 | 219 |
| M4-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 63 | 219 | 282 |
| M4-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 63 | 438 | 501 |
| M4-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 63 | 516 | 579 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 85 | 59 | 144 |
| M5-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 85 | 144 | 229 |
| M5-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 85 | 229 | 314 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O5 | 85 | 482 | 567 |
| M5-Mesin Ke-1 | A-8 | O1 | 85 | 1002 | 1087 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 97 | 191 | 288 |
| M6-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 97 | 288 | 385 |
| M6-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 97 | 385 | 482 |
| M6-Mesin Ke-1 | J2 | O5 | 97 | 482 | 579 |
| M6-Mesin Ke-1 | J1 | O7 | 97 | 579 | 676 |
| M6-Mesin Ke-1 | J6 | O6 | 97 | 676 | 773 |
| M6-Mesin Ke-1 | B-9 | O2 | 97 | 851 | 948 |
| M6-Mesin Ke-1 | B-9 | O3 | 97 | 948 | 1045 |
| M7-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 113 | 78 | 191 |
| M7-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 113 | 229 | 342 |
| M7-Mesin Ke-1 | J6 | O5 | 113 | 360 | 473 |
| M7-Mesin Ke-1 | J4 | O5 | 113 | 579 | 692 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-7 | O2 | 113 | 776 | 889 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-7 | O3 | 113 | 889 | 1002 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-8 | O2 | 113 | 1087 | 1200 |

C. Pengolahan Dengan Metode *Non-Delay*

Tabel D.15
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 3

| Stage | Mesin | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 59 | 59 | 0 | 1 ; 2 ; 3 ; 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | 2 | 1 | 4 | 0 | 63 | 63 | | | 2 | 1 | 4 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 3 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 1 | 3 | 0 | 91 | 91 | | | 4 | 1 | 3 | | | |
| | | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 5 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 6 | 1 | 1 | 0 | 59 | 59 | | | 6 | 1 | 1 | | | |
| 1 | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 59 | 85 | 144 | 0 | 2 ; 3 ; 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 4 |
| | | | | | | | | 2 | 1 | 4 | 0 | 63 | 63 | | | 3 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 4 | 1 | 3 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 1 | 3 | 0 | 91 | 91 | | | 5 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| 2 | 59 | 0 | 0 | 63 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 59 | 85 | 144 | 0 | 2 ; 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | 63 | 85 | 148 | | | 4 | 1 | 3 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | 5 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 1 | 3 | 0 | 91 | 91 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 0 | 78 | 78 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| 3 | 59 | 78 | 0 | 63 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 59 | 85 | 144 | 0 | 3 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 3 |
| | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | 63 | 85 | 148 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 2 | 7 | 78 | 113 | 191 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 1 | 3 | 0 | 91 | 91 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| 4 | 59 | 78 | 91 | 63 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 59 | 85 | 144 | 59 | 1 ; 5 | 1 | 2 | 5 | 1 | 2 | 5 |
| | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | 63 | 85 | 148 | | | 6 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 2 | 7 | 78 | 113 | 191 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 91 | 85 | 176 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| 5 | 59 | 78 | 91 | 63 | 144 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 144 | 91 | 235 | 59 | 1 | 6 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 2 | 7 | 78 | 113 | 191 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 1 | 1 | 59 | 59 | 118 | | | | | | | | |
| 6 | 118 | 78 | 91 | 63 | 144 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 144 | 91 | 235 | 78 | 2 ; 7 | 3 | 2 | 7 | 3 | 2 | 7 |
| | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | 5 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 2 | 7 | 78 | 113 | 191 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 2 | 3 | 118 | 91 | 209 | | | | | | | | |

Tabel D.15
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 3 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 118 | 78 | 91 | 63 | 144 | 0 | 191 | 1 | 3 | 3 | 144 | 91 | 235 | 78 | 2 | 5 | 1 | 2 | 5 | 1 | 2 |
| | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 3 | 6 | 191 | 97 | 288 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 1 | 2 | 78 | 78 | 156 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 2 | 3 | 118 | 91 | 209 | | | | | | | | |
| 8 | 118 | 156 | 91 | 63 | 144 | 0 | 191 | 1 | 3 | 3 | 144 | 91 | 235 | 118 | 3 | 6 | 2 | 3 | 6 | 2 | 3 |
| | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 3 | 6 | 191 | 97 | 288 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 2 | 4 | 156 | 63 | 219 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 2 | 3 | 118 | 91 | 209 | | | | | | | | |
| 9 | 118 | 156 | 209 | 63 | 144 | 0 | 191 | 1 | 3 | 3 | 209 | 91 | 300 | 144 | 5 | 2 | 2 | 5 | 2 | 2 | 5 |
| | | | | | | | | 2 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | 4 | 2 | 5 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 3 | 6 | 191 | 97 | 288 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 144 | 85 | 229 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 2 | 4 | 156 | 63 | 219 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 3 | 4 | 209 | 63 | 272 | | | | | | | | |
| 10 | 118 | 156 | 209 | 63 | 229 | 0 | 191 | 1 | 3 | 3 | 209 | 91 | 300 | 156 | 4 | 5 | 2 | 4 | 5 | 2 | 4 |
| | | | | | | | | 2 | 3 | 7 | 229 | 113 | 342 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 3 | 6 | 191 | 97 | 288 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 229 | 85 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 2 | 4 | 156 | 63 | 219 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 3 | 4 | 209 | 63 | 272 | | | | | | | | |
| 11 | 118 | 156 | 209 | 219 | 229 | 0 | 191 | 1 | 3 | 3 | 209 | 91 | 300 | 191 | 6 | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 | 6 |
| | | | | | | | | 2 | 3 | 7 | 229 | 113 | 342 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 3 | 6 | 191 | 97 | 288 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 229 | 85 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 3 | 6 | 219 | 97 | 316 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 3 | 4 | 219 | 63 | 282 | | | | | | | | |
| 12 | 118 | 156 | 209 | 219 | 229 | 288 | 191 | 1 | 3 | 3 | 209 | 91 | 300 | 209 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| | | | | | | | | 2 | 3 | 7 | 229 | 113 | 342 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 288 | 91 | 379 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 229 | 85 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 3 | 6 | 288 | 97 | 385 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 3 | 4 | 219 | 63 | 282 | | | | | | | | |
| 13 | 118 | 156 | 300 | 219 | 229 | 288 | 191 | 1 | 4 | 2 | 300 | 78 | 378 | 219 | 4 | 6 | 3 | 4 | 6 | 3 | 4 |
| | | | | | | | | 2 | 3 | 7 | 229 | 113 | 342 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 300 | 91 | 391 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 229 | 85 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 3 | 6 | 288 | 97 | 385 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 3 | 4 | 219 | 63 | 282 | | | | | | | | |

Tabel D.15
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 3 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 118 | 156 | 300 | 282 | 229 | 288 | 191 | 1 | 4 | 2 | 300 | 78 | 378 | 229 | 5 ; 7 | 2 | 3 | 7 | 2 | 3 | 7 |
| | | | | | | | | 2 | 3 | 7 | 229 | 113 | 342 | | | 4 | 2 | 5 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 300 | 91 | 391 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 229 | 85 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 3 | 6 | 288 | 97 | 385 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 4 | 2 | 282 | 78 | 360 | | | | | | | | |
| 15 | 118 | 156 | 300 | 282 | 229 | 288 | 342 | 1 | 4 | 2 | 300 | 78 | 378 | 229 | 5 | 4 | 2 | 5 | 4 | 2 | 5 |
| | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 342 | 91 | 433 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 300 | 91 | 391 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 2 | 5 | 229 | 85 | 314 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 3 | 6 | 288 | 97 | 385 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 4 | 2 | 282 | 78 | 360 | | | | | | | | |
| 16 | 118 | 156 | 300 | 282 | 314 | 288 | 342 | 1 | 4 | 2 | 300 | 78 | 378 | 282 | 2 | 6 | 4 | 2 | 6 | 4 | 2 |
| | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 342 | 91 | 433 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 300 | 91 | 391 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 314 | 78 | 392 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 3 | 6 | 288 | 97 | 385 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 4 | 2 | 282 | 78 | 360 | | | | | | | | |
| 17 | 118 | 360 | 300 | 282 | 314 | 288 | 342 | 1 | 4 | 2 | 360 | 78 | 438 | 288 | 6 | 5 | 3 | 6 | 5 | 3 | 6 |
| | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 342 | 91 | 433 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 300 | 91 | 391 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 360 | 78 | 438 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 3 | 6 | 288 | 97 | 385 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 5 | 7 | 360 | 113 | 473 | | | | | | | | |
| 18 | 118 | 360 | 300 | 282 | 314 | 385 | 342 | 1 | 4 | 2 | 360 | 78 | 438 | 300 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 342 | 91 | 433 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 | 4 | 3 | 300 | 91 | 391 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 360 | 78 | 438 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 4 | 6 | 385 | 97 | 482 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 5 | 7 | 360 | 113 | 473 | | | | | | | | |
| 19 | 118 | 360 | 391 | 282 | 314 | 385 | 342 | 1 | 4 | 2 | 360 | 78 | 438 | 360 | 2 ; 7 | 1 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 |
| | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 391 | 91 | 482 | | | 4 | 3 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 360 | 78 | 438 | | | 6 | 5 | 7 | | | |
| | | | | | | | | 5 | 4 | 6 | 385 | 97 | 482 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 5 | 7 | 360 | 113 | 473 | | | | | | | | |
| 20 | 118 | 438 | 391 | 282 | 314 | 385 | 342 | 1 | 5 | 4 | 438 | 63 | 501 | 360 | 7 | 6 | 5 | 7 | 6 | 5 | 7 |
| | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 391 | 91 | 482 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 438 | 78 | 516 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 4 | 6 | 385 | 97 | 482 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 5 | 7 | 360 | 113 | 473 | | | | | | | | |

Tabel D.15
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 3 (Lanjutan)

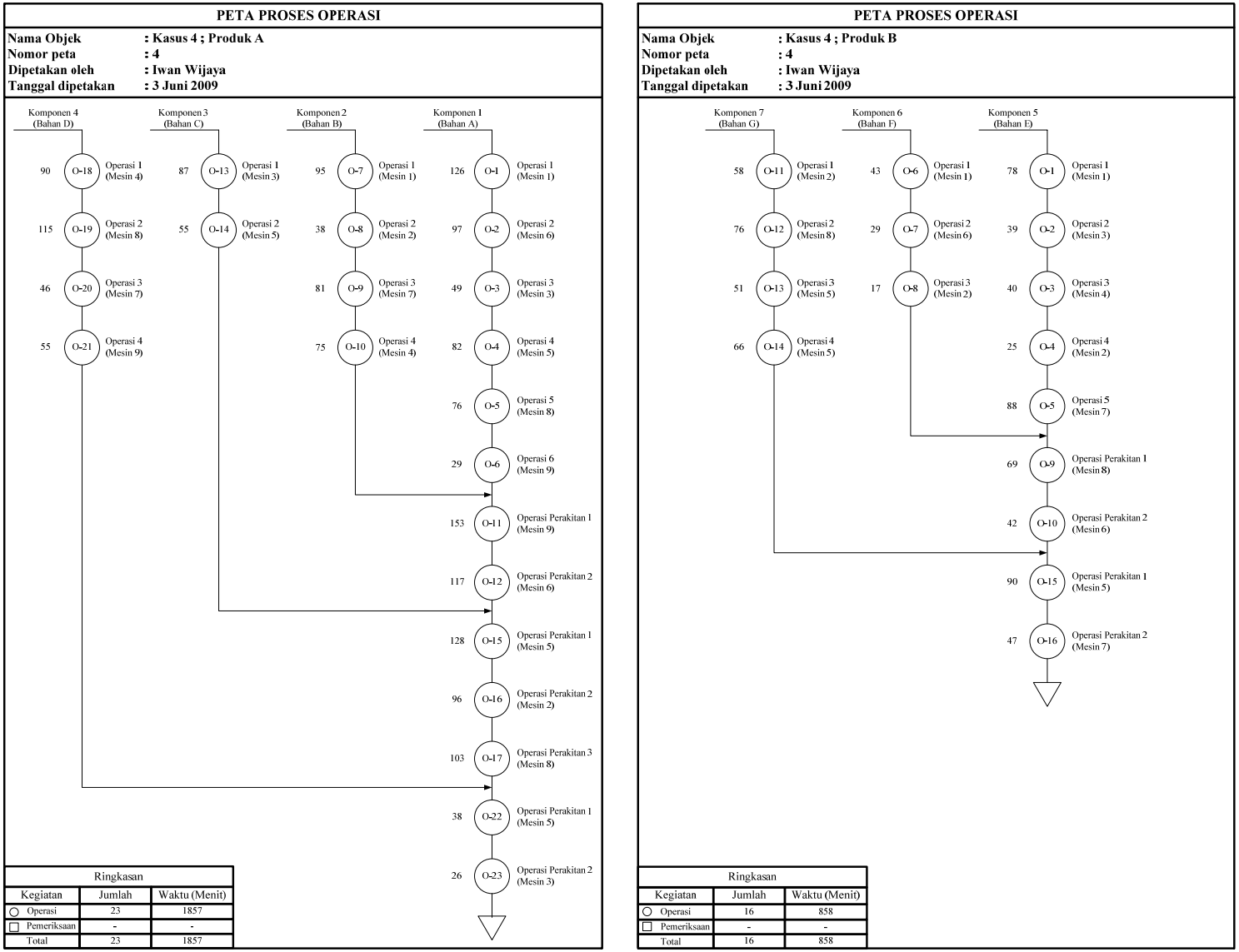
| Stage | Mesin | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 118 | 438 | 391 | 282 | 314 | 385 | 473 | 1 | 5 | 4 | 438 | 63 | 501 | 385 | 6 | 5 | 4 | 6 | 5 | 4 | 6 |
| | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 391 | 91 | 482 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 438 | 78 | 516 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 4 | 6 | 385 | 97 | 482 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 473 | 97 | 570 | | | | | | | | |
| 22 | 118 | 438 | 391 | 282 | 314 | 482 | 473 | 1 | 5 | 4 | 438 | 63 | 501 | 391 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| | | | | | | | | 2 | 4 | 3 | 391 | 91 | 482 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 438 | 78 | 516 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 482 | 85 | 567 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 482 | 97 | 579 | | | | | | | | |
| 23 | 118 | 438 | 482 | 282 | 314 | 482 | 473 | 1 | 5 | 4 | 438 | 63 | 501 | 438 | 2 ; 4 | 1 | 5 | 4 | 1 | 5 | 4 |
| | | | | | | | | 2 | 5 | 6 | 482 | 97 | 579 | | | 4 | 3 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 438 | 78 | 516 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 482 | 85 | 567 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 482 | 97 | 579 | | | | | | | | |
| 24 | 118 | 438 | 482 | 501 | 314 | 482 | 473 | 1 | 6 | 1 | 501 | 59 | 560 | 438 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| | | | | | | | | 2 | 5 | 6 | 482 | 97 | 579 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 3 | 2 | 438 | 78 | 516 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 482 | 85 | 567 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 482 | 97 | 579 | | | | | | | | |
| 25 | 118 | 516 | 482 | 501 | 314 | 482 | 473 | 1 | 6 | 1 | 501 | 59 | 560 | 482 | 5 ; 6 | 2 | 5 | 6 | 2 | 5 | 6 |
| | | | | | | | | 2 | 5 | 6 | 482 | 97 | 579 | | | 5 | 5 | 5 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 516 | 63 | 579 | | | 6 | 6 | 6 | | | |
| | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 482 | 85 | 567 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 482 | 97 | 579 | | | | | | | | |
| 26 | 118 | 516 | 482 | 501 | 314 | 579 | 473 | 1 | 6 | 1 | 501 | 59 | 560 | 482 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | | | | | | | | 2 | 6 | 1 | 579 | 59 | 638 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 516 | 63 | 579 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 482 | 85 | 567 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 579 | 97 | 676 | | | | | | | | |
| 27 | 118 | 516 | 482 | 501 | 567 | 579 | 473 | 1 | 6 | 1 | 501 | 59 | 560 | 501 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 | 6 | 1 |
| | | | | | | | | 2 | 6 | 1 | 579 | 59 | 638 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 516 | 63 | 579 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 6 | 1 | 567 | 59 | 626 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 579 | 97 | 676 | | | | | | | | |

Tabel D.15
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 3 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 560 | 516 | 482 | 501 | 567 | 579 | 473 | 1 | 7 | 6 | 579 | 97 | 676 | 516 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | | | | | | | 2 | 6 | 1 | 579 | 59 | 638 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 516 | 63 | 579 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 6 | 1 | 567 | 59 | 626 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 579 | 97 | 676 | | | | | | | | |
| 29 | 560 | 516 | 482 | 579 | 567 | 579 | 473 | 1 | 7 | 6 | 579 | 97 | 676 | 567 | 1 | 5 | 6 | 1 | 5 | 6 | 1 |
| | | | | | | | | 2 | 6 | 1 | 579 | 59 | 638 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 4 | 5 | 7 | 579 | 113 | 692 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 6 | 1 | 567 | 59 | 626 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 579 | 97 | 676 | | | | | | | | |
| 30 | 626 | 516 | 482 | 579 | 567 | 579 | 473 | 1 | 7 | 6 | 579 | 97 | 676 | 579 | 6 ; 7 | 1 | 7 | 6 | 1 | 7 | 6 |
| | | | | | | | | 2 | 6 | 1 | 626 | 59 | 685 | | | 4 | 5 | 7 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 5 | 7 | 579 | 113 | 692 | | | 6 | 6 | 6 | | | |
| | | | | | | | | 5 | 7 | 2 | 626 | 78 | 704 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 579 | 97 | 676 | | | | | | | | |
| 31 | 626 | 516 | 482 | 579 | 567 | 676 | 473 | 2 | 6 | 1 | 626 | 59 | 685 | 579 | 7 | 4 | 5 | 7 | 4 | 5 | 7 |
| | | | | | | | | 4 | 5 | 7 | 579 | 113 | 692 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 5 | 7 | 2 | 626 | 78 | 704 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 676 | 97 | 773 | | | | | | | | |
| 32 | 626 | 516 | 482 | 579 | 567 | 676 | 692 | 2 | 6 | 1 | 626 | 59 | 685 | 626 | 1 ; 2 | 2 | 6 | 1 | 2 | 6 | 1 |
| | | | | | | | | 5 | 7 | 2 | 626 | 78 | 704 | | | 5 | 7 | 2 | | | |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 676 | 97 | 773 | | | | | | | | |
| 33 | 685 | 516 | 482 | 579 | 567 | 676 | 692 | 5 | 7 | 2 | 626 | 78 | 704 | 626 | 2 | 5 | 7 | 2 | 5 | 7 | 2 |
| | | | | | | | | 6 | 6 | 6 | 676 | 97 | 773 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | A-7 | 1 | 3 | 685 | 91 | 776 | | | | | | | | |
| 34 | 685 | 704 | 482 | 579 | 567 | 676 | 692 | 6 | 6 | 6 | 676 | 97 | 773 | 676 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | | | | | | | | A-7 | 1 | 3 | 685 | 91 | 776 | | | | | | | | |
| 35 | 685 | 704 | 482 | 579 | 567 | 773 | 692 | A-7 | 1 | 3 | 685 | 91 | 776 | 685 | 3 | A-7 | 1 | 3 | A-7 | 1 | 3 |
| | | | | | | | | B-9 | 1 | 2 | 773 | 78 | 851 | | | | | | | | |
| 36 | 685 | 704 | 776 | 579 | 567 | 773 | 692 | A-7 | 2 | 7 | 776 | 113 | 889 | 773 | 2 | B-9 | 1 | 2 | B-9 | 1 | 2 |
| | | | | | | | | B-9 | 1 | 2 | 773 | 78 | 851 | | | | | | | | |
| 37 | 685 | 851 | 776 | 579 | 567 | 773 | 692 | A-7 | 2 | 7 | 776 | 113 | 889 | 776 | 7 | A-7 | 2 | 7 | A-7 | 2 | 7 |
| | | | | | | | | B-9 | 2 | 6 | 851 | 97 | 948 | | | | | | | | |
| 38 | 685 | 851 | 776 | 579 | 567 | 773 | 889 | A-7 | 3 | 7 | 889 | 113 | 1002 | 851 | 6 | B-9 | 2 | 6 | B-9 | 2 | 6 |
| | | | | | | | | B-9 | 2 | 6 | 851 | 97 | 948 | | | | | | | | |
| 39 | 685 | 851 | 776 | 579 | 567 | 948 | 889 | A-7 | 3 | 7 | 889 | 113 | 1002 | 889 | 7 | A-7 | 3 | 7 | A-7 | 3 | 7 |
| | | | | | | | | B-9 | 3 | 6 | 948 | 97 | 1045 | | | | | | | | |
| 40 | 685 | 851 | 776 | 579 | 567 | 948 | 1002 | A-8 | 1 | 5 | 1002 | 85 | 1087 | 948 | 6 | B-9 | 3 | 6 | B-9 | 3 | 6 |
| | | | | | | | | B-9 | 3 | 6 | 948 | 97 | 1045 | | | | | | | | |
| 41 | 685 | 851 | 776 | 579 | 567 | 1045 | 1002 | A-8 | 1 | 5 | 1002 | 85 | 1087 | 1002 | 5 | A-8 | 1 | 5 | A-8 | 1 | 5 |
| 42 | 685 | 851 | 776 | 579 | 1087 | 1045 | 1002 | A-8 | 2 | 7 | 1087 | 113 | 1200 | 1087 | 7 | A-8 | 2 | 7 | A-8 | 2 | 7 |

*Makespan* = 1207 Menit

## D.4 Kasus 4 (12 *Job* 9 Mesin)



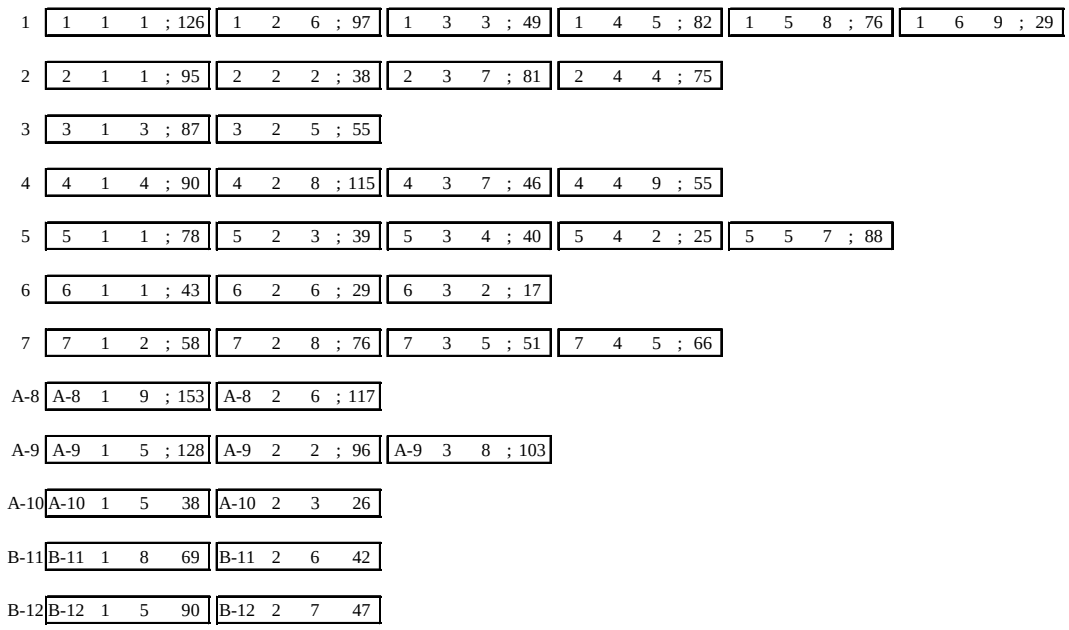

Gambar D.7
Peta Proses Operasi Kasus 4

Tabel D.16
Matriks *Routing* Mesin(Kasus 4)

| Job | Operation | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1 | 6 | 3 | 5 | 8 | 9 |
| 2 | 1 | 2 | 7 | 4 | - | - |
| 3 | 3 | 5 | - | - | - | - |
| 4 | 4 | 8 | 7 | 9 | - | - |
| 5 | 1 | 3 | 4 | 2 | 7 | - |
| 6 | 1 | 6 | 2 | - | - | - |
| 7 | 2 | 8 | 5 | 5 | - | - |
| A-8 | 9 | 6 | - | - | - | - |
| A-9 | 5 | 2 | 8 | - | - | - |
| A-10 | 5 | 3 | - | - | - | - |
| B-11 | 8 | 6 | - | - | - | - |
| B-12 | 5 | 7 | - | - | - | - |

Tabel D.17
Matriks Waktu Proses (Kasus 4)

| Job | Operation | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 126 | 97 | 49 | 82 | 76 | 29 |
| 2 | 95 | 38 | 81 | 75 | - | - |
| 3 | 87 | 55 | - | - | - | - |
| 4 | 90 | 115 | 46 | 55 | - | - |
| 5 | 78 | 39 | 40 | 25 | 88 | - |
| 6 | 43 | 29 | 17 | - | - | - |
| 7 | 58 | 76 | 51 | 66 | - | - |
| A-8 | 153 | 117 | - | - | - | - |
| A-9 | 128 | 96 | 103 | - | - | - |
| A-10 | 38 | 26 | - | - | - | - |
| B-11 | 69 | 42 | - | - | - | - |
| B-12 | 90 | 47 | - | - | - | - |




Gambar D.8
Notasi Penjadwalan Kasus 4

A. Pengolahan Dengan Algoritma *Simulated Annealing*

Tabel D.18
Hasil Penjadwalan Algoritma *Simulated Annealing* Untuk Kasus 4

Temperatur : 34.06
N Ke-2
Makespan : 1157.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 126 | 0 | 126 |
| M1-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 43 | 126 | 169 |
| M1-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 95 | 169 | 264 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 78 | 264 | 342 |
| M2-Mesin Ke-1 | J7 | O1 | 58 | 0 | 58 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 17 | 252 | 269 |
| M2-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 38 | 269 | 307 |
| M2-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 25 | 421 | 446 |
| M2-Mesin Ke-1 | A-9 | O2 | 96 | 894 | 990 |
| M3-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 87 | 0 | 87 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 49 | 223 | 272 |
| M3-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 39 | 342 | 381 |
| M3-Mesin Ke-1 | A-10 | O2 | 26 | 1131 | 1157 |
| M4-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 90 | 0 | 90 |
| M4-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 40 | 381 | 421 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 75 | 421 | 496 |
| M5-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 55 | 87 | 142 |
| M5-Mesin Ke-1 | J7 | O3 | 51 | 142 | 193 |
| M5-Mesin Ke-1 | J7 | O4 | 66 | 193 | 259 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 82 | 272 | 354 |
| M5-Mesin Ke-1 | B-12 | O1 | 90 | 645 | 735 |
| M5-Mesin Ke-1 | A-9 | O1 | 128 | 766 | 894 |
| M5-Mesin Ke-1 | A-10 | O1 | 38 | 1093 | 1131 |
| M6-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 97 | 126 | 223 |
| M6-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 29 | 223 | 252 |
| M6-Mesin Ke-1 | B-11 | O2 | 42 | 603 | 645 |
| M6-Mesin Ke-1 | A-8 | O2 | 117 | 649 | 766 |
| M7-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 46 | 249 | 295 |
| M7-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 81 | 307 | 388 |
| M7-Mesin Ke-1 | J5 | O5 | 88 | 446 | 534 |
| M7-Mesin Ke-1 | B-12 | O2 | 47 | 735 | 782 |
| M8-Mesin Ke-1 | J7 | O2 | 76 | 58 | 134 |
| M8-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 115 | 134 | 249 |
| M8-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 76 | 354 | 430 |
| M8-Mesin Ke-1 | B-11 | O1 | 69 | 534 | 603 |
| M8-Mesin Ke-1 | A-9 | O3 | 103 | 990 | 1093 |
| M9-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 55 | 295 | 350 |
| M9-Mesin Ke-1 | J1 | O6 | 29 | 430 | 459 |
| M9-Mesin Ke-1 | A-8 | O1 | 153 | 496 | 649 |

B. Pengolahan Dengan Metode Aktif

Tabel D.19
Hasil Penjadwalan Metode Aktif Untuk Kasus 4

Hasil Jadwal Aktif

Makespan : 1336.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 43 | 0 | 43 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 78 | 43 | 121 |
| M1-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 95 | 121 | 216 |
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 126 | 216 | 342 |
| M2-Mesin Ke-1 | J7 | O1 | 58 | 0 | 58 |
| M2-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 17 | 72 | 89 |
| M2-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 25 | 200 | 225 |
| M2-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 38 | 225 | 263 |
| M2-Mesin Ke-1 | A-9 | O2 | 96 | 1073 | 1169 |
| M3-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 87 | 0 | 87 |
| M3-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 39 | 121 | 160 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 49 | 439 | 488 |
| M3-Mesin Ke-1 | A-10 | O2 | 26 | 1310 | 1336 |
| M4-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 90 | 0 | 90 |
| M4-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 40 | 160 | 200 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 75 | 376 | 451 |
| M5-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 55 | 87 | 142 |
| M5-Mesin Ke-1 | J7 | O3 | 51 | 142 | 193 |
| M5-Mesin Ke-1 | J7 | O4 | 66 | 193 | 259 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 82 | 488 | 570 |
| M5-Mesin Ke-1 | B-12 | O1 | 90 | 575 | 665 |
| M5-Mesin Ke-1 | A-9 | O1 | 128 | 945 | 1073 |
| M5-Mesin Ke-1 | A-10 | O1 | 38 | 1272 | 1310 |
| M6-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 29 | 43 | 72 |
| M6-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 97 | 342 | 439 |
| M6-Mesin Ke-1 | B-11 | O2 | 42 | 533 | 575 |
| M6-Mesin Ke-1 | A-8 | O2 | 117 | 828 | 945 |
| M7-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 46 | 249 | 295 |
| M7-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 81 | 295 | 376 |
| M7-Mesin Ke-1 | J5 | O5 | 88 | 376 | 464 |
| M7-Mesin Ke-1 | B-12 | O2 | 47 | 665 | 712 |
| M8-Mesin Ke-1 | J7 | O2 | 76 | 58 | 134 |
| M8-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 115 | 134 | 249 |
| M8-Mesin Ke-1 | B-11 | O1 | 69 | 464 | 533 |
| M8-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 76 | 570 | 646 |
| M8-Mesin Ke-1 | A-9 | O3 | 103 | 1169 | 1272 |
| M9-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 55 | 295 | 350 |
| M9-Mesin Ke-1 | J1 | O6 | 29 | 646 | 675 |
| M9-Mesin Ke-1 | A-8 | O1 | 153 | 675 | 828 |

C. Pengolahan Dengan Metode *Non-Delay*

Tabel D.20
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 4

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 1 1 | 0 | 126 | 126 | 0 | 1 ; 2 ; 3 ; 4 | 1 1 1 | 3 1 3 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 0 | 95 | 95 | | | 2 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 3 1 3 | 0 | 87 | 87 | | | 3 1 3 | |
| | | | | | | | | | | 4 1 4 | 0 | 90 | 90 | | | 4 1 4 | |
| | | | | | | | | | | 5 1 1 | 0 | 78 | 78 | | | 5 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 6 1 1 | 0 | 43 | 43 | | | 6 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 7 1 2 | 0 | 58 | 58 | | | 7 1 2 | |
| 1 | 0 | 0 | 87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 1 1 | 0 | 126 | 126 | 0 | 1 ; 2 ; 4 | 1 1 1 | 4 1 4 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 0 | 95 | 95 | | | 2 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 87 | 55 | 142 | | | 4 1 4 | |
| | | | | | | | | | | 4 1 4 | 0 | 90 | 90 | | | 5 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 5 1 1 | 0 | 78 | 78 | | | 6 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 6 1 1 | 0 | 43 | 43 | | | 7 1 2 | |
| | | | | | | | | | | 7 1 2 | 0 | 58 | 58 | | | | |
| 2 | 0 | 0 | 87 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 1 1 | 0 | 126 | 126 | 0 | 1 ; 2 | 1 1 1 | 6 1 1 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 0 | 95 | 95 | | | 2 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 87 | 55 | 142 | | | 5 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 90 | 115 | 205 | | | 6 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 5 1 1 | 0 | 78 | 78 | | | 7 1 2 | |
| | | | | | | | | | | 6 1 1 | 0 | 43 | 43 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 1 2 | 0 | 58 | 58 | | | | |
| 3 | 43 | 0 | 87 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 1 1 | 43 | 126 | 169 | 0 | 2 | 7 1 2 | 7 1 2 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 43 | 95 | 138 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 87 | 55 | 142 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 90 | 115 | 205 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 1 1 | 43 | 78 | 121 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 2 6 | 43 | 29 | 72 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 1 2 | 0 | 58 | 58 | | | | |
| 4 | 43 | 58 | 87 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 1 1 | 43 | 126 | 169 | 43 | 1 ; 6 | 1 1 1 | 5 1 1 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 43 | 95 | 138 | | | 2 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 87 | 55 | 142 | | | 5 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 90 | 115 | 205 | | | 6 2 6 | |
| | | | | | | | | | | 5 1 1 | 43 | 78 | 121 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 2 6 | 43 | 29 | 72 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 2 8 | 58 | 76 | 134 | | | | |
| 5 | 121 | 58 | 87 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 1 1 | 121 | 126 | 247 | 43 | 6 | 6 2 6 | 6 2 6 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 121 | 95 | 216 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 87 | 55 | 142 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 90 | 115 | 205 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 2 3 | 121 | 39 | 160 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 2 6 | 43 | 29 | 72 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 2 8 | 58 | 76 | 134 | | | | |

Tabel D.20
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 4 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 6 | 121 | 58 | 87 | 90 | 0 | 72 | 0 | 0 | 0 | 1 1 1 | 121 | 126 | 247 | 58 | 8 | 7 2 8 | 7 2 8 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 121 | 95 | 216 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 87 | 55 | 142 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 90 | 115 | 205 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 2 3 | 121 | 39 | 160 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 3 2 | 72 | 17 | 89 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 2 8 | 58 | 76 | 134 | | | | |
| 7 | 121 | 58 | 87 | 90 | 0 | 72 | 0 | 134 | 0 | 1 1 1 | 121 | 126 | 247 | 72 | 2 | 6 3 2 | 6 3 2 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 121 | 95 | 216 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 87 | 55 | 142 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 134 | 115 | 249 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 2 3 | 121 | 39 | 160 | | | | |
| | | | | | | | | | | 6 3 2 | 72 | 17 | 89 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 3 5 | 134 | 51 | 185 | | | | |
| 8 | 121 | 89 | 87 | 90 | 0 | 72 | 0 | 134 | 0 | 1 1 1 | 121 | 126 | 247 | 87 | 5 | 3 2 5 | 3 2 5 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 121 | 95 | 216 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 5 | 87 | 55 | 142 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 134 | 115 | 249 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 2 3 | 121 | 39 | 160 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 3 5 | 134 | 51 | 185 | | | | |
| 9 | 121 | 89 | 87 | 90 | 142 | 72 | 0 | 134 | 0 | 1 1 1 | 121 | 126 | 247 | 121 | 1 ; 3 | 1 1 1 | 2 1 1 |
| | | | | | | | | | | 2 1 1 | 121 | 95 | 216 | | | 2 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 134 | 115 | 249 | | | 5 2 3 | |
| | | | | | | | | | | 5 2 3 | 121 | 39 | 160 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 3 5 | 142 | 51 | 193 | | | | |
| 10 | 216 | 89 | 87 | 90 | 142 | 72 | 0 | 134 | 0 | 1 1 1 | 216 | 126 | 342 | 121 | 3 | 5 2 3 | 5 2 3 |
| | | | | | | | | | | 2 2 2 | 216 | 38 | 254 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 134 | 115 | 249 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 2 3 | 121 | 39 | 160 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 3 5 | 142 | 51 | 193 | | | | |
| 11 | 216 | 89 | 160 | 90 | 142 | 72 | 0 | 134 | 0 | 1 1 1 | 216 | 126 | 342 | 134 | 8 | 4 2 8 | 4 2 8 |
| | | | | | | | | | | 2 2 2 | 216 | 38 | 254 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 8 | 134 | 115 | 249 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 4 | 160 | 40 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 3 5 | 142 | 51 | 193 | | | | |
| 12 | 216 | 89 | 160 | 90 | 142 | 72 | 0 | 249 | 0 | 1 1 1 | 216 | 126 | 342 | 142 | 5 | 7 3 5 | 7 3 5 |
| | | | | | | | | | | 2 2 2 | 216 | 38 | 254 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 249 | 46 | 295 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 4 | 160 | 40 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 3 5 | 142 | 51 | 193 | | | | |

Tabel D.20
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 4 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 13 | 216 | 89 | 160 | 90 | 193 | 72 | 0 | 249 | 0 | 1 1 1 | 216 | 126 | 342 | 160 | 4 | 5 3 4 | 5 3 4 |
| | | | | | | | | | | 2 2 2 | 216 | 38 | 254 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 249 | 46 | 295 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 4 | 160 | 40 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 4 5 | 193 | 66 | 259 | | | | |
| 14 | 216 | 89 | 160 | 200 | 193 | 72 | 0 | 249 | 0 | 1 1 1 | 216 | 126 | 342 | 193 | 5 | 7 4 5 | 7 4 5 |
| | | | | | | | | | | 2 2 2 | 216 | 38 | 254 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 249 | 46 | 295 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 2 | 200 | 25 | 225 | | | | |
| | | | | | | | | | | 7 4 5 | 193 | 66 | 259 | | | | |
| 15 | 216 | 89 | 160 | 200 | 259 | 72 | 0 | 249 | 0 | 1 1 1 | 216 | 126 | 342 | 200 | 2 | 5 4 2 | 5 4 2 |
| | | | | | | | | | | 2 2 2 | 216 | 38 | 254 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 249 | 46 | 295 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 2 | 200 | 25 | 225 | | | | |
| 16 | 216 | 225 | 160 | 200 | 259 | 72 | 0 | 249 | 0 | 1 1 1 | 216 | 126 | 342 | 216 | 1 | 1 1 1 | 1 1 1 |
| | | | | | | | | | | 2 2 2 | 225 | 38 | 263 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 249 | 46 | 295 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 5 7 | 225 | 88 | 313 | | | | |
| 17 | 342 | 225 | 160 | 200 | 259 | 72 | 0 | 249 | 0 | 1 2 6 | 342 | 97 | 439 | 225 | 2 ; 7 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| | | | | | | | | | | 2 2 2 | 225 | 38 | 263 | | | 5 5 7 | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 249 | 46 | 295 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 5 7 | 225 | 88 | 313 | | | | |
| 18 | 342 | 263 | 160 | 200 | 259 | 72 | 0 | 249 | 0 | 1 2 6 | 342 | 97 | 439 | 225 | 7 | 5 5 7 | 5 5 7 |
| | | | | | | | | | | 2 3 7 | 263 | 81 | 344 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 249 | 46 | 295 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 5 7 | 225 | 88 | 313 | | | | |
| 19 | 342 | 263 | 160 | 200 | 259 | 72 | 313 | 249 | 0 | 1 2 6 | 342 | 97 | 439 | 313 | 7 ; 8 | 2 3 7 | 4 3 7 |
| | | | | | | | | | | 2 3 7 | 313 | 81 | 394 | | | 4 3 7 | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 313 | 46 | 359 | | | B-11 1 8 | |
| | | | | | | | | | | B-11 1 8 | 313 | 69 | 382 | | | | |
| 20 | 342 | 263 | 160 | 200 | 259 | 72 | 359 | 249 | 0 | 1 2 6 | 342 | 97 | 439 | 313 | 8 | B-11 1 8 | B-11 1 8 |
| | | | | | | | | | | 2 3 7 | 359 | 81 | 440 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 359 | 55 | 414 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-11 1 8 | 313 | 69 | 382 | | | | |
| 21 | 342 | 263 | 160 | 200 | 259 | 72 | 359 | 382 | 0 | 1 2 6 | 342 | 97 | 439 | 342 | 6 | 1 2 6 | 1 2 6 |
| | | | | | | | | | | 2 3 7 | 359 | 81 | 440 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 359 | 55 | 414 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-11 2 6 | 382 | 42 | 424 | | | | |

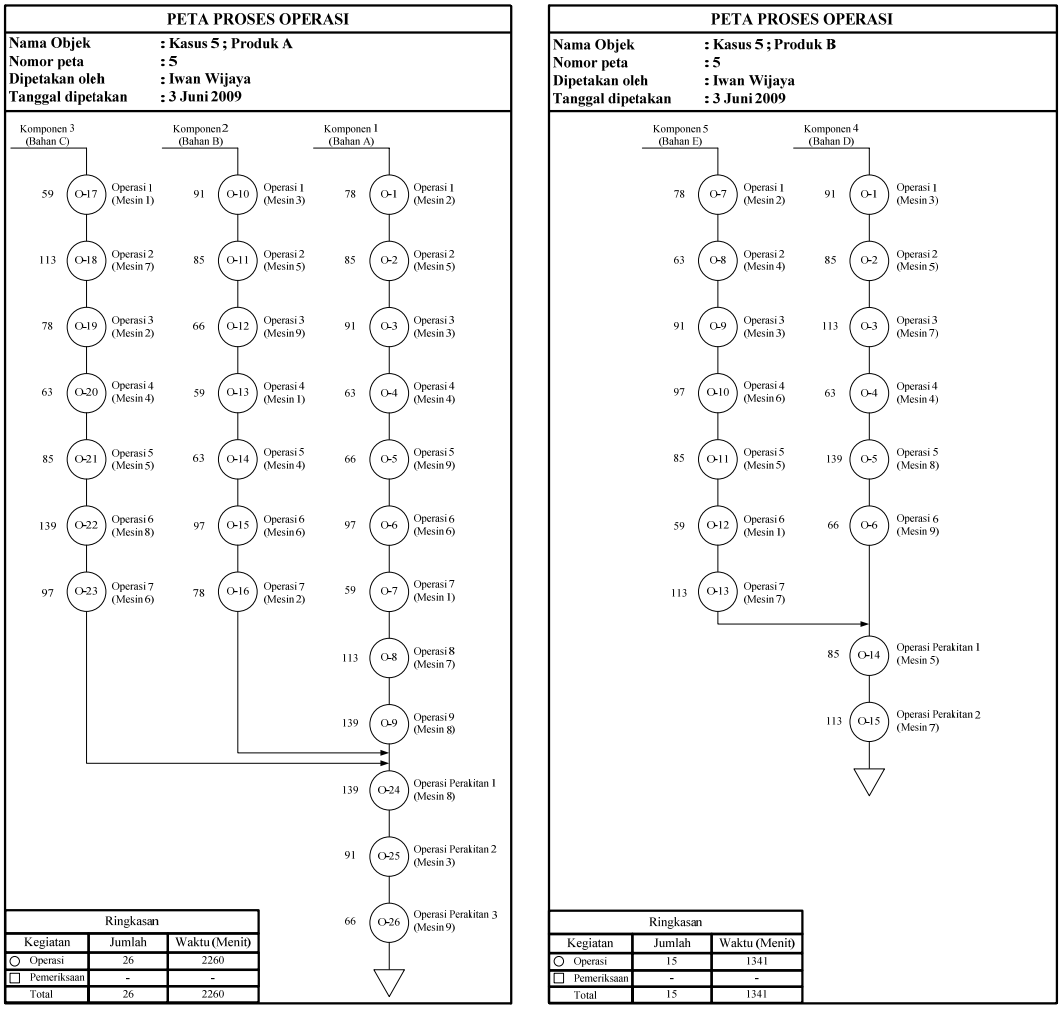
Tabel D.20
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 4 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 22 | 342 | 263 | 160 | 200 | 259 | 439 | 359 | 382 | 0 | 1 3 3 | 439 | 49 | 488 | 359 | 7 ; 9 | 2 3 7 | 2 3 7 |
| | | | | | | | | | | 2 3 7 | 359 | 81 | 440 | | | 4 4 9 | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 359 | 55 | 414 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-11 2 6 | 439 | 42 | 481 | | | | |
| 23 | 342 | 263 | 160 | 200 | 259 | 439 | 440 | 382 | 0 | 1 3 3 | 439 | 49 | 488 | 359 | 9 | 4 4 9 | 4 4 9 |
| | | | | | | | | | | 2 4 4 | 440 | 75 | 515 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 9 | 359 | 55 | 414 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-11 2 6 | 439 | 42 | 481 | | | | |
| 24 | 342 | 263 | 160 | 200 | 259 | 439 | 440 | 382 | 414 | 1 3 3 | 439 | 49 | 488 | 439 | 3 ; 6 | 1 3 3 | 1 3 3 |
| | | | | | | | | | | 2 4 4 | 440 | 75 | 515 | | | B-11 2 6 | |
| | | | | | | | | | | B-11 2 6 | 439 | 42 | 481 | | | | |
| 25 | 342 | 263 | 488 | 200 | 259 | 439 | 440 | 382 | 414 | 1 4 5 | 488 | 82 | 570 | 439 | 6 | B-11 2 6 | B-11 2 6 |
| | | | | | | | | | | 2 4 4 | 440 | 75 | 515 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-11 2 6 | 439 | 42 | 481 | | | | |
| 26 | 342 | 263 | 488 | 200 | 259 | 481 | 440 | 382 | 414 | 1 4 5 | 488 | 82 | 570 | 440 | 4 | 2 4 4 | 2 4 4 |
| | | | | | | | | | | 2 4 4 | 440 | 75 | 515 | | | | |
| | | | | | | | | | | B-12 1 5 | 481 | 90 | 571 | | | | |
| 27 | 342 | 263 | 488 | 515 | 259 | 481 | 440 | 382 | 414 | 1 4 5 | 488 | 82 | 570 | 481 | 5 | B-12 1 5 | B-12 1 5 |
| | | | | | | | | | | B-12 1 5 | 481 | 90 | 571 | | | | |
| 28 | 342 | 263 | 488 | 515 | 571 | 481 | 440 | 382 | 414 | 1 4 5 | 571 | 82 | 653 | 571 | 5 ; 7 | 1 4 5 | 1 4 5 |
| | | | | | | | | | | B-12 2 7 | 571 | 47 | 618 | | | B-12 2 7 | |
| 29 | 342 | 263 | 488 | 515 | 653 | 481 | 440 | 382 | 414 | 1 5 8 | 653 | 76 | 729 | 571 | 7 | B-12 2 7 | B-12 2 7 |
| | | | | | | | | | | B-12 2 7 | 571 | 47 | 618 | | | | |
| 30 | 342 | 263 | 488 | 515 | 653 | 481 | 618 | 382 | 414 | 1 5 8 | 653 | 76 | 729 | 653 | 8 | 1 5 8 | 1 5 8 |
| 31 | 342 | 263 | 488 | 515 | 653 | 481 | 618 | 729 | 414 | 1 6 9 | 729 | 29 | 758 | 729 | 9 | 1 6 9 | 1 6 9 |
| 32 | 342 | 263 | 488 | 515 | 653 | 481 | 618 | 729 | 758 | A-8 1 9 | 758 | 153 | 911 | 758 | 9 | A-8 1 9 | A-8 1 9 |
| 33 | 342 | 263 | 488 | 515 | 653 | 481 | 618 | 729 | 911 | A-8 2 6 | 911 | 117 | 1028 | 911 | 6 | A-8 2 6 | A-8 2 6 |
| 34 | 342 | 263 | 488 | 515 | 653 | 1028 | 618 | 729 | 911 | A-9 1 5 | 1028 | 128 | 1156 | 1028 | 5 | A-9 1 5 | A-9 1 5 |
| 35 | 342 | 263 | 488 | 515 | 1156 | 1028 | 618 | 729 | 911 | A-9 2 2 | 1156 | 96 | 1252 | 1156 | 2 | A-9 2 2 | A-9 2 2 |
| 36 | 342 | 1252 | 488 | 515 | 1156 | 1028 | 618 | 729 | 911 | A-9 3 8 | 1252 | 103 | 1355 | 1252 | 8 | A-9 3 8 | A-9 3 8 |
| 37 | 342 | 1252 | 488 | 515 | 1156 | 1028 | 618 | 1355 | 911 | A-10 1 5 | 1355 | 38 | 1393 | 1355 | 5 | A-10 1 5 | A-10 1 5 |
| 38 | 342 | 1252 | 488 | 515 | 1393 | 1028 | 618 | 1355 | 911 | A-10 2 3 | 1393 | 26 | 1419 | 1393 | 3 | A-10 2 3 | A-10 2 3 |

*Makespan* = 1419 Menit

## D.5 Kasus 5 (7 *Job* 9 Mesin)

Melalui kasus ini, penulis ingin mengetahui hasil penjadwalan jika jumlah *job* lebih sedikit dari jumlah mesin.



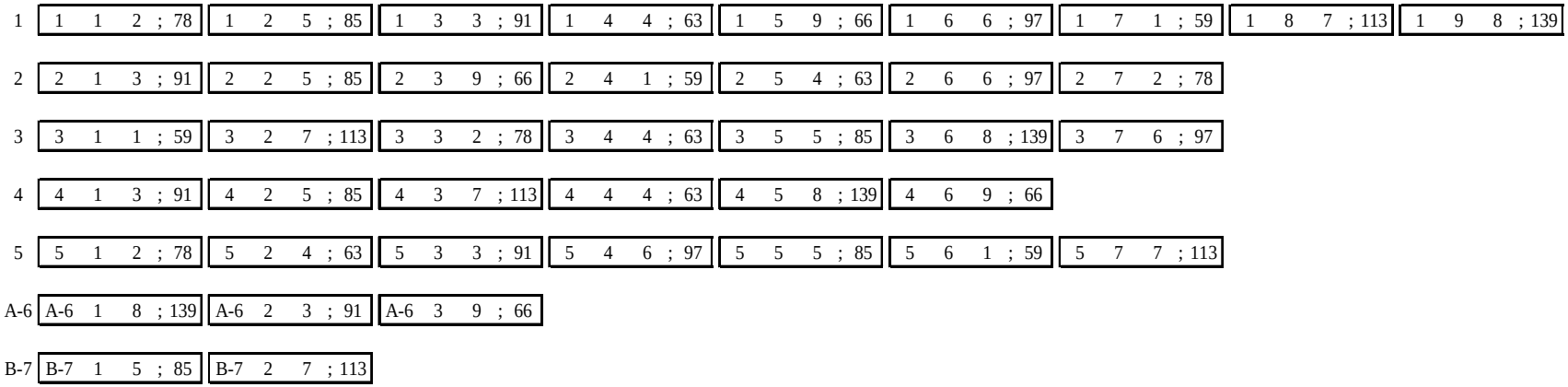

Gambar D.9
Peta Proses Operasi Kasus 5

Tabel D.21
Matriks *Routing* Mesin (Kasus 5)

| Job | Operation | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 9 | 6 | 1 | 7 | 8 |
| 2 | 3 | 5 | 9 | 1 | 4 | 6 | 2 | - | - |
| 3 | 1 | 7 | 2 | 4 | 5 | 8 | 6 | - | - |
| 4 | 3 | 5 | 7 | 4 | 8 | 9 | - | - | - |
| 5 | 2 | 4 | 3 | 6 | 5 | 1 | 7 | - | - |
| A-6 | 8 | 3 | 9 | - | - | - | - | - | - |
| B-7 | 5 | 7 | - | - | - | - | - | - | - |

Tabel D.22
Matriks Waktu Proses (Kasus 5)

| Job | Operation | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 78 | 85 | 91 | 63 | 66 | 97 | 59 | 113 | 139 |
| 2 | 91 | 85 | 66 | 59 | 63 | 97 | 78 | - | - |
| 3 | 59 | 113 | 78 | 63 | 85 | 139 | 97 | - | - |
| 4 | 91 | 85 | 113 | 63 | 139 | 66 | - | - | - |
| 5 | 78 | 63 | 91 | 97 | 85 | 59 | 113 | - | - |
| A-6 | 139 | 91 | 66 | - | - | - | - | - | - |
| B-7 | 85 | 113 | - | - | - | - | - | - | - |




Gambar D.10
Notasi Penjadwalan Kasus 5

A. Pengolahan Dengan Algoritma *Simulated Annealing*

Tabel D.23
Hasil Penjadwalan Algoritma *Simulated Annealing* Untuk Kasus 5

Temperatur : 46.33
N Ke-4
Makespan : 1146.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 59 | 0 | 59 |
| M1-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 59 | 314 | 373 |
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O7 | 59 | 539 | 598 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O6 | 59 | 721 | 780 |
| M2-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 78 | 0 | 78 |
| M2-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 78 | 78 | 156 |
| M2-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 78 | 172 | 250 |
| M2-Mesin Ke-1 | J2 | O7 | 78 | 733 | 811 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 91 | 0 | 91 |
| M3-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 91 | 91 | 182 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 91 | 182 | 273 |
| M3-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 91 | 273 | 364 |
| M3-Mesin Ke-1 | A-6 | O2 | 91 | 989 | 1080 |
| M4-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 63 | 156 | 219 |
| M4-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 63 | 250 | 313 |
| M4-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 63 | 313 | 376 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O5 | 63 | 376 | 439 |
| M4-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 63 | 446 | 509 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 85 | 78 | 163 |
| M5-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 85 | 163 | 248 |
| M5-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 85 | 248 | 333 |
| M5-Mesin Ke-1 | J3 | O5 | 85 | 333 | 418 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O5 | 85 | 636 | 721 |
| M5-Mesin Ke-1 | B-7 | O1 | 85 | 893 | 978 |
| M6-Mesin Ke-1 | J1 | O6 | 97 | 442 | 539 |
| M6-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 97 | 539 | 636 |
| M6-Mesin Ke-1 | J2 | O6 | 97 | 636 | 733 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O7 | 97 | 733 | 830 |
| M7-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 113 | 59 | 172 |
| M7-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 113 | 333 | 446 |
| M7-Mesin Ke-1 | J1 | O8 | 113 | 598 | 711 |
| M7-Mesin Ke-1 | J5 | O7 | 113 | 780 | 893 |
| M7-Mesin Ke-1 | B-7 | O2 | 113 | 978 | 1091 |
| M8-Mesin Ke-1 | J3 | O6 | 139 | 418 | 557 |
| M8-Mesin Ke-1 | J4 | O5 | 139 | 557 | 696 |
| M8-Mesin Ke-1 | J1 | O9 | 139 | 711 | 850 |
| M8-Mesin Ke-1 | A-6 | O1 | 139 | 850 | 989 |
| M9-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 66 | 248 | 314 |
| M9-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 66 | 376 | 442 |
| M9-Mesin Ke-1 | J4 | O6 | 66 | 696 | 762 |
| M9-Mesin Ke-1 | A-6 | O3 | 66 | 1080 | 1146 |

B. Pengolahan Dengan Metode Aktif

Tabel D.24
Hasil Penjadwalan Metode Aktif Untuk Kasus 5

Hasil Jadwal Aktif

Makespan : 1266.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 59 | 0 | 59 |
| M1-Mesin Ke-1 | J2 | O4 | 59 | 314 | 373 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O6 | 59 | 546 | 605 |
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O7 | 59 | 605 | 664 |
| M2-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 78 | 0 | 78 |
| M2-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 78 | 78 | 156 |
| M2-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 78 | 172 | 250 |
| M2-Mesin Ke-1 | J2 | O7 | 78 | 752 | 830 |
| M3-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 91 | 0 | 91 |
| M3-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 91 | 91 | 182 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 91 | 182 | 273 |
| M3-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 91 | 273 | 364 |
| M3-Mesin Ke-1 | A-6 | O2 | 91 | 1109 | 1200 |
| M4-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 63 | 156 | 219 |
| M4-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 63 | 250 | 313 |
| M4-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 63 | 313 | 376 |
| M4-Mesin Ke-1 | J2 | O5 | 63 | 376 | 439 |
| M4-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 63 | 446 | 509 |
| M5-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 85 | 78 | 163 |
| M5-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 85 | 163 | 248 |
| M5-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 85 | 248 | 333 |
| M5-Mesin Ke-1 | J3 | O5 | 85 | 333 | 418 |
| M5-Mesin Ke-1 | J5 | O5 | 85 | 461 | 546 |
| M5-Mesin Ke-1 | B-7 | O1 | 85 | 762 | 847 |
| M6-Mesin Ke-1 | J5 | O4 | 97 | 364 | 461 |
| M6-Mesin Ke-1 | J1 | O6 | 97 | 461 | 558 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O7 | 97 | 558 | 655 |
| M6-Mesin Ke-1 | J2 | O6 | 97 | 655 | 752 |
| M7-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 113 | 59 | 172 |
| M7-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 113 | 333 | 446 |
| M7-Mesin Ke-1 | J5 | O7 | 113 | 605 | 718 |
| M7-Mesin Ke-1 | J1 | O8 | 113 | 718 | 831 |
| M7-Mesin Ke-1 | B-7 | O2 | 113 | 847 | 960 |
| M8-Mesin Ke-1 | J3 | O6 | 139 | 418 | 557 |
| M8-Mesin Ke-1 | J4 | O5 | 139 | 557 | 696 |
| M8-Mesin Ke-1 | J1 | O9 | 139 | 831 | 970 |
| M8-Mesin Ke-1 | A-6 | O1 | 139 | 970 | 1109 |
| M9-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 66 | 248 | 314 |
| M9-Mesin Ke-1 | J1 | O5 | 66 | 376 | 442 |
| M9-Mesin Ke-1 | J4 | O6 | 66 | 696 | 762 |
| M9-Mesin Ke-1 | A-6 | O3 | 66 | 1200 | 1266 |

C. Pengolahan Dengan Metode *Non-Delay*

Tabel D.25
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 5

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 1 2 | 0 | 78 | 78 | 0 | 1 ; 2 ; 3 | 1 1 2 | 1 1 2 |
| | | | | | | | | | | 2 1 3 | 0 | 91 | 91 | | | 2 1 3 | |
| | | | | | | | | | | 3 1 1 | 0 | 59 | 59 | | | 3 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 4 1 3 | 0 | 91 | 91 | | | 4 1 3 | |
| | | | | | | | | | | 5 1 2 | 0 | 78 | 78 | | | 5 1 2 | |
| 1 | 0 | 78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 2 5 | 78 | 85 | 163 | 0 | 1 ; 3 | 2 1 3 | 2 1 3 |
| | | | | | | | | | | 2 1 3 | 0 | 91 | 91 | | | 3 1 1 | |
| | | | | | | | | | | 3 1 1 | 0 | 59 | 59 | | | 4 1 3 | |
| | | | | | | | | | | 4 1 3 | 0 | 91 | 91 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 1 2 | 78 | 78 | 156 | | | | |
| 2 | 0 | 78 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 2 5 | 78 | 85 | 163 | 0 | 1 | 3 1 1 | 3 1 1 |
| | | | | | | | | | | 2 2 5 | 91 | 85 | 176 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 1 1 | 0 | 59 | 59 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 1 3 | 91 | 91 | 182 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 1 2 | 78 | 78 | 156 | | | | |
| 3 | 59 | 78 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 2 5 | 78 | 85 | 163 | 59 | 7 | 3 2 7 | 3 2 7 |
| | | | | | | | | | | 2 2 5 | 91 | 85 | 176 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 2 7 | 59 | 113 | 172 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 1 3 | 91 | 91 | 182 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 1 2 | 78 | 78 | 156 | | | | |
| 4 | 59 | 78 | 91 | 0 | 0 | 0 | 172 | 0 | 0 | 1 2 5 | 78 | 85 | 163 | 78 | 2 ; 5 | 1 2 5 | 1 2 5 |
| | | | | | | | | | | 2 2 5 | 91 | 85 | 176 | | | 5 1 2 | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 172 | 78 | 250 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 1 3 | 91 | 91 | 182 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 1 2 | 78 | 78 | 156 | | | | |
| 5 | 59 | 78 | 91 | 0 | 163 | 0 | 172 | 0 | 0 | 1 3 3 | 163 | 91 | 254 | 78 | 2 | 5 1 2 | 5 1 2 |
| | | | | | | | | | | 2 2 5 | 163 | 85 | 248 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 172 | 78 | 250 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 1 3 | 91 | 91 | 182 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 1 2 | 78 | 78 | 156 | | | | |
| 6 | 59 | 156 | 91 | 0 | 163 | 0 | 172 | 0 | 0 | 1 3 3 | 163 | 91 | 254 | 91 | 3 | 4 1 3 | 4 1 3 |
| | | | | | | | | | | 2 2 5 | 163 | 85 | 248 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 172 | 78 | 250 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 1 3 | 91 | 91 | 182 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 2 4 | 156 | 63 | 219 | | | | |
| 7 | 59 | 156 | 182 | 0 | 163 | 0 | 172 | 0 | 0 | 1 3 3 | 182 | 91 | 273 | 156 | 4 | 5 2 4 | 5 2 4 |
| | | | | | | | | | | 2 2 5 | 163 | 85 | 248 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 172 | 78 | 250 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 5 | 182 | 85 | 267 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 2 4 | 156 | 63 | 219 | | | | |

Tabel D.25
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 5 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 8 | 59 | 156 | 182 | 219 | 163 | 0 | 172 | 0 | 0 | 1 3 3 | 182 | 91 | 273 | 163 | 5 | 2 2 5 | 2 2 5 |
| | | | | | | | | | | 2 2 5 | 163 | 85 | 248 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 172 | 78 | 250 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 5 | 182 | 85 | 267 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 3 | 219 | 91 | 310 | | | | |
| 9 | 59 | 156 | 182 | 219 | 248 | 0 | 172 | 0 | 0 | 1 3 3 | 182 | 91 | 273 | 172 | 2 | 3 3 2 | 3 3 2 |
| | | | | | | | | | | 2 3 9 | 248 | 66 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 3 2 | 172 | 78 | 250 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 5 | 248 | 85 | 333 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 3 | 219 | 91 | 310 | | | | |
| 10 | 59 | 250 | 182 | 219 | 248 | 0 | 172 | 0 | 0 | 1 3 3 | 182 | 91 | 273 | 182 | 3 | 1 3 3 | 1 3 3 |
| | | | | | | | | | | 2 3 9 | 248 | 66 | 314 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 4 4 | 250 | 63 | 313 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 5 | 248 | 85 | 333 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 3 | 219 | 91 | 310 | | | | |
| 11 | 59 | 250 | 273 | 219 | 248 | 0 | 172 | 0 | 0 | 1 4 4 | 273 | 63 | 336 | 248 | 5 ; 9 | 2 3 9 | 2 3 9 |
| | | | | | | | | | | 2 3 9 | 248 | 66 | 314 | | | 4 2 5 | |
| | | | | | | | | | | 3 4 4 | 250 | 63 | 313 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 5 | 248 | 85 | 333 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 3 | 273 | 91 | 364 | | | | |
| 12 | 59 | 250 | 273 | 219 | 248 | 0 | 172 | 0 | 314 | 1 4 4 | 273 | 63 | 336 | 248 | 5 | 4 2 5 | 4 2 5 |
| | | | | | | | | | | 2 4 1 | 314 | 59 | 373 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 4 4 | 250 | 63 | 313 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 2 5 | 248 | 85 | 333 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 3 | 273 | 91 | 364 | | | | |
| 13 | 59 | 250 | 273 | 219 | 333 | 0 | 172 | 0 | 314 | 1 4 4 | 273 | 63 | 336 | 250 | 4 | 3 4 4 | 3 4 4 |
| | | | | | | | | | | 2 4 1 | 314 | 59 | 373 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 4 4 | 250 | 63 | 313 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 333 | 113 | 446 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 3 | 273 | 91 | 364 | | | | |
| 14 | 59 | 250 | 273 | 313 | 333 | 0 | 172 | 0 | 314 | 1 4 4 | 313 | 63 | 376 | 273 | 3 | 5 3 3 | 5 3 3 |
| | | | | | | | | | | 2 4 1 | 314 | 59 | 373 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 5 5 | 333 | 85 | 418 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 333 | 113 | 446 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 3 3 | 273 | 91 | 364 | | | | |
| 15 | 59 | 250 | 364 | 313 | 333 | 0 | 172 | 0 | 314 | 1 4 4 | 313 | 63 | 376 | 313 | 4 | 1 4 4 | 1 4 4 |
| | | | | | | | | | | 2 4 1 | 314 | 59 | 373 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 5 5 | 333 | 85 | 418 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 333 | 113 | 446 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 6 | 364 | 97 | 461 | | | | |

Tabel D.25
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 5 (Lanjutan)

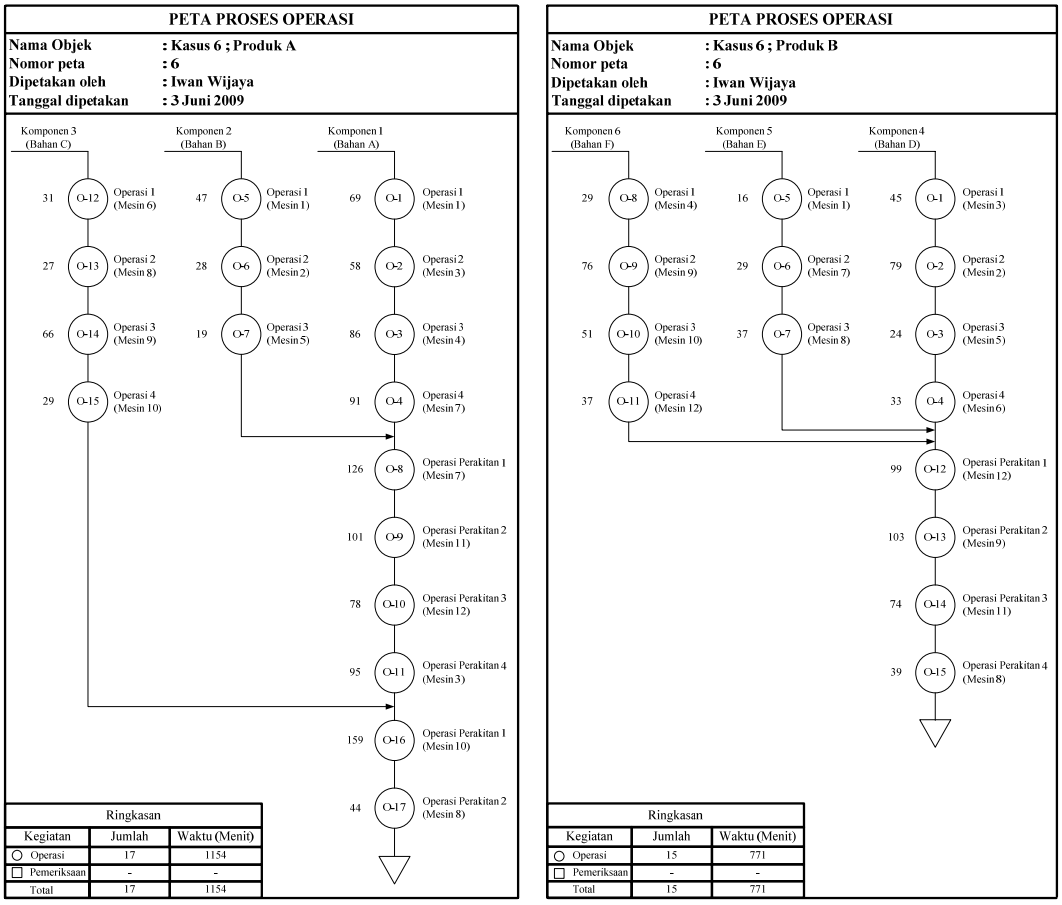
| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| 16 | 59 | 250 | 364 | 376 | 333 | 0 | 172 | 0 | 314 | 1 5 9 | 376 | 66 | 442 | 314 | 1 | 2 4 1 | 2 4 1 |
| | | | | | | | | | | 2 4 1 | 314 | 59 | 373 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 5 5 | 333 | 85 | 418 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 333 | 113 | 446 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 6 | 364 | 97 | 461 | | | | |
| 17 | 373 | 250 | 364 | 376 | 333 | 0 | 172 | 0 | 314 | 1 5 9 | 376 | 66 | 442 | 333 | 5 ; 7 | 3 5 5 | 3 5 5 |
| | | | | | | | | | | 2 5 4 | 376 | 63 | 439 | | | 4 3 7 | |
| | | | | | | | | | | 3 5 5 | 333 | 85 | 418 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 333 | 113 | 446 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 6 | 364 | 97 | 461 | | | | |
| 18 | 373 | 250 | 364 | 376 | 418 | 0 | 172 | 0 | 314 | 1 5 9 | 376 | 66 | 442 | 333 | 7 | 4 3 7 | 4 3 7 |
| | | | | | | | | | | 2 5 4 | 376 | 63 | 439 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 418 | 139 | 557 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 3 7 | 333 | 113 | 446 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 6 | 364 | 97 | 461 | | | | |
| 19 | 373 | 250 | 364 | 376 | 418 | 0 | 446 | 0 | 314 | 1 5 9 | 376 | 66 | 442 | 364 | 6 | 5 4 6 | 5 4 6 |
| | | | | | | | | | | 2 5 4 | 376 | 63 | 439 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 418 | 139 | 557 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 4 | 446 | 63 | 509 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 4 6 | 364 | 97 | 461 | | | | |
| 20 | 373 | 250 | 364 | 376 | 418 | 461 | 446 | 0 | 314 | 1 5 9 | 376 | 66 | 442 | 376 | 4 ; 9 | 1 5 9 | 1 5 9 |
| | | | | | | | | | | 2 5 4 | 376 | 63 | 439 | | | 2 5 4 | |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 418 | 139 | 557 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 4 | 446 | 63 | 509 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 5 5 | 461 | 85 | 546 | | | | |
| 21 | 373 | 250 | 364 | 376 | 418 | 461 | 446 | 0 | 442 | 1 6 6 | 461 | 97 | 558 | 376 | 4 | 2 5 4 | 2 5 4 |
| | | | | | | | | | | 2 5 4 | 376 | 63 | 439 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 418 | 139 | 557 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 4 | 446 | 63 | 509 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 5 5 | 461 | 85 | 546 | | | | |
| 22 | 373 | 250 | 364 | 439 | 418 | 461 | 446 | 0 | 442 | 1 6 6 | 461 | 97 | 558 | 418 | 8 | 3 6 8 | 3 6 8 |
| | | | | | | | | | | 2 6 6 | 461 | 97 | 558 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 6 8 | 418 | 139 | 557 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 4 | 446 | 63 | 509 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 5 5 | 461 | 85 | 546 | | | | |
| 23 | 373 | 250 | 364 | 439 | 418 | 461 | 446 | 557 | 442 | 1 6 6 | 461 | 97 | 558 | 446 | 4 | 4 4 4 | 4 4 4 |
| | | | | | | | | | | 2 6 6 | 461 | 97 | 558 | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 7 6 | 557 | 97 | 654 | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 4 4 | 446 | 63 | 509 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 5 5 | 461 | 85 | 546 | | | | |
| 24 | 373 | 250 | 364 | 509 | 418 | 461 | 446 | 557 | 442 | 1 6 6 | 461 | 97 | 558 | 461 | 5 ; 6 | 1 6 6 | 1 6 6 |
| | | | | | | | | | | 2 6 6 | 461 | 97 | 558 | | | 2 6 6 | |
| | | | | | | | | | | 3 7 6 | 557 | 97 | 654 | | | 5 5 5 | |
| | | | | | | | | | | 4 5 8 | 557 | 139 | 696 | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 5 5 | 461 | 85 | 546 | | | | |

Tabel D.25
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 5 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 373 | 250 | 364 | 509 | 418 | 558 | 446 | 557 | 442 | 1 | 7 | 1 | 558 | 59 | 617 | 461 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 6 | 558 | 97 | 655 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 7 | 6 | 558 | 97 | 655 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 5 | 8 | 557 | 139 | 696 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 461 | 85 | 546 | | | | | | | | |
| 26 | 373 | 250 | 364 | 509 | 546 | 558 | 446 | 557 | 442 | 1 | 7 | 1 | 558 | 59 | 617 | 546 | 1 | 5 | 6 | 1 | 5 | 6 | 1 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 6 | 558 | 97 | 655 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 7 | 6 | 558 | 97 | 655 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 5 | 8 | 557 | 139 | 696 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 6 | 1 | 546 | 59 | 605 | | | | | | | | |
| 27 | 605 | 250 | 364 | 509 | 546 | 558 | 446 | 557 | 442 | 1 | 7 | 1 | 605 | 59 | 664 | 557 | 8 | 4 | 5 | 8 | 4 | 5 | 8 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 6 | 558 | 97 | 655 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 7 | 6 | 558 | 97 | 655 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 5 | 8 | 557 | 139 | 696 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 7 | 7 | 605 | 113 | 718 | | | | | | | | |
| 28 | 605 | 250 | 364 | 509 | 546 | 558 | 446 | 696 | 442 | 1 | 7 | 1 | 605 | 59 | 664 | 558 | 6 | 2 | 6 | 6 | 2 | 6 | 6 |
| | | | | | | | | | | 2 | 6 | 6 | 558 | 97 | 655 | | | 3 | 7 | 6 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 7 | 6 | 558 | 97 | 655 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 9 | 696 | 66 | 762 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 7 | 7 | 605 | 113 | 718 | | | | | | | | |
| 29 | 605 | 250 | 364 | 509 | 546 | 655 | 446 | 696 | 442 | 1 | 7 | 1 | 605 | 59 | 664 | 605 | 1 ; 7 | 1 | 7 | 1 | 1 | 7 | 1 |
| | | | | | | | | | | 2 | 7 | 2 | 655 | 78 | 733 | | | 5 | 7 | 7 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 7 | 6 | 655 | 97 | 752 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 9 | 696 | 66 | 762 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 7 | 7 | 605 | 113 | 718 | | | | | | | | |
| 30 | 664 | 250 | 364 | 509 | 546 | 655 | 446 | 696 | 442 | 1 | 8 | 7 | 664 | 113 | 777 | 605 | 7 | 5 | 7 | 7 | 5 | 7 | 7 |
| | | | | | | | | | | 2 | 7 | 2 | 655 | 78 | 733 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 7 | 6 | 655 | 97 | 752 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 9 | 696 | 66 | 762 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5 | 7 | 7 | 605 | 113 | 718 | | | | | | | | |
| 31 | 664 | 250 | 364 | 509 | 546 | 655 | 718 | 696 | 442 | 1 | 8 | 7 | 718 | 113 | 831 | 655 | 2 ; 6 | 2 | 7 | 2 | 2 | 7 | 2 |
| | | | | | | | | | | 2 | 7 | 2 | 655 | 78 | 733 | | | 3 | 7 | 6 | | | |
| | | | | | | | | | | 3 | 7 | 6 | 655 | 97 | 752 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 9 | 696 | 66 | 762 | | | | | | | | |
| 32 | 664 | 733 | 364 | 509 | 546 | 655 | 718 | 696 | 442 | 1 | 8 | 7 | 718 | 113 | 831 | 655 | 6 | 3 | 7 | 6 | 3 | 7 | 6 |
| | | | | | | | | | | 3 | 7 | 6 | 655 | 97 | 752 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 9 | 696 | 66 | 762 | | | | | | | | |
| 33 | 664 | 733 | 364 | 509 | 546 | 752 | 718 | 696 | 442 | 1 | 8 | 7 | 718 | 113 | 831 | 696 | 9 | 4 | 6 | 9 | 4 | 6 | 9 |
| | | | | | | | | | | 4 | 6 | 9 | 696 | 66 | 762 | | | | | | | | |
| 34 | 664 | 733 | 364 | 509 | 546 | 752 | 718 | 696 | 762 | 1 | 8 | 7 | 718 | 113 | 831 | 718 | 7 | 1 | 8 | 7 | 1 | 8 | 7 |
| | | | | | | | | | | B-7 | 1 | 5 | 762 | 85 | 847 | | | | | | | | |
| 35 | 664 | 733 | 364 | 509 | 546 | 752 | 831 | 696 | 762 | 1 | 9 | 8 | 831 | 139 | 970 | 762 | 5 | B-7 | 1 | 5 | B-7 | 1 | 5 |
| | | | | | | | | | | B-7 | 1 | 5 | 762 | 85 | 847 | | | | | | | | |
| 36 | 664 | 733 | 364 | 509 | 847 | 752 | 831 | 696 | 762 | 1 | 9 | 8 | 831 | 139 | 970 | 831 | 8 | 1 | 9 | 8 | 1 | 9 | 8 |
| | | | | | | | | | | B-7 | 2 | 7 | 847 | 113 | 960 | | | | | | | | |
| 37 | 664 | 733 | 364 | 509 | 847 | 752 | 831 | 970 | 762 | A-6 | 1 | 8 | 970 | 139 | 1109 | 847 | 7 | B-7 | 2 | 7 | B-7 | 2 | 7 |
| | | | | | | | | | | B-7 | 2 | 7 | 847 | 113 | 960 | | | | | | | | |
| 38 | 664 | 733 | 364 | 509 | 847 | 752 | 960 | 970 | 762 | A-6 | 1 | 8 | 970 | 139 | 1109 | 970 | 8 | A-6 | 1 | 8 | A-6 | 1 | 8 |
| 39 | 664 | 733 | 364 | 509 | 847 | 752 | 960 | 1109 | 762 | A-6 | 2 | 3 | 1109 | 91 | 1200 | 1109 | 3 | A-6 | 2 | 3 | A-6 | 2 | 3 |
| 40 | 664 | 733 | 1200 | 509 | 847 | 752 | 960 | 1109 | 762 | A-6 | 3 | 9 | 1200 | 66 | 1266 | 1200 | 9 | A-6 | 3 | 9 | A-6 | 3 | 9 |

*Makespan* = 1266 Menit

## D.6 Kasus 6 (9 *Job* 12 Mesin)



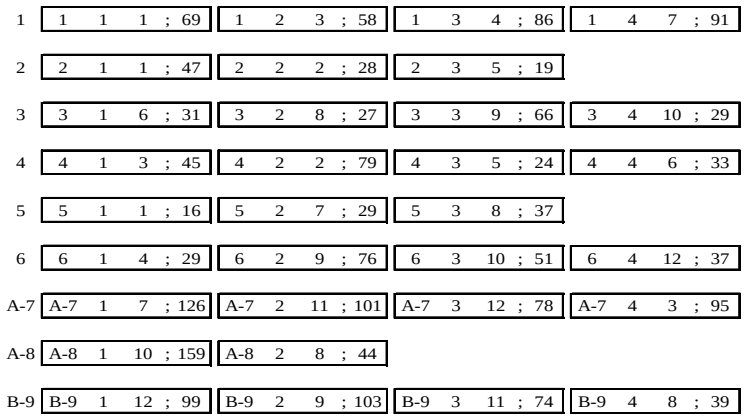

Gambar D.11
Peta Proses Operasi Kasus 6

Tabel D.26
Matriks *Routing* Mesin (Kasus 6)

| Job | Operation | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| 2 | 1 | 2 | 5 | - |
| 3 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 4 | 3 | 2 | 5 | 6 |
| 5 | 1 | 7 | 8 | - |
| 6 | 4 | 9 | 10 | 12 |
| A-7 | 7 | 11 | 12 | 3 |
| A-8 | 10 | 8 | - | - |
| B-9 | 12 | 9 | 11 | 8 |

Tabel D.27
Matriks Waktu Proses (Kasus 6)

| Job | Operation | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 69 | 58 | 86 | 91 |
| 2 | 47 | 28 | 19 | - |
| 3 | 31 | 27 | 66 | 29 |
| 4 | 45 | 79 | 24 | 33 |
| 5 | 16 | 29 | 37 | - |
| 6 | 29 | 76 | 51 | 37 |
| A-7 | 126 | 101 | 78 | 95 |
| A-8 | 159 | 44 | - | - |
| B-9 | 99 | 103 | 74 | 39 |




Gambar D.12
Notasi Penjadwalan Kasus 6

## A. Pengolahan Dengan Algoritma *Simulated Annealing*

Tabel D.28
Hasil Penjadwalan Algoritma *Simulated Annealing* Untuk Kasus 6

Temperatur : 81.45
N Ke-1
Makespan : 907.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 69 | 0 | 69 |
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 16 | 69 | 85 |
| M1-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 47 | 85 | 132 |
| M2-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 79 | 45 | 124 |
| M2-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 28 | 132 | 160 |
| M3-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 45 | 0 | 45 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 58 | 69 | 127 |
| M3-Mesin Ke-1 | A-7 | O4 | 95 | 609 | 704 |
| M4-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 29 | 0 | 29 |
| M4-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 86 | 127 | 213 |
| M5-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 24 | 124 | 148 |
| M5-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 19 | 160 | 179 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 31 | 0 | 31 |
| M6-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 33 | 148 | 181 |
| M7-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 29 | 85 | 114 |
| M7-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 91 | 213 | 304 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-7 | O1 | 126 | 304 | 430 |
| M8-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 27 | 31 | 58 |
| M8-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 37 | 114 | 151 |
| M8-Mesin Ke-1 | B-9 | O4 | 39 | 605 | 644 |
| M8-Mesin Ke-1 | A-8 | O2 | 44 | 863 | 907 |
| M9-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 76 | 29 | 105 |
| M9-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 66 | 105 | 171 |
| M9-Mesin Ke-1 | B-9 | O2 | 103 | 292 | 395 |
| M10-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 51 | 105 | 156 |
| M10-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 29 | 171 | 200 |
| M10-Mesin Ke-1 | A-8 | O1 | 159 | 704 | 863 |
| M11-Mesin Ke-1 | A-7 | O2 | 101 | 430 | 531 |
| M11-Mesin Ke-1 | B-9 | O3 | 74 | 531 | 605 |
| M12-Mesin Ke-1 | J6 | O4 | 37 | 156 | 193 |
| M12-Mesin Ke-1 | B-9 | O1 | 99 | 193 | 292 |
| M12-Mesin Ke-1 | A-7 | O3 | 78 | 531 | 609 |

B. Pengolahan Dengan Metode Aktif

Tabel D.29
Hasil Penjadwalan Metode Aktif Untuk Kasus 6

Hasil Jadwal Aktif

Makespan : 980.00

| Mesin-Mesin Ke- | Job | Operasi | Waktu Operasi | Waktu Mulai | Waktu Selesai |
|---|---|---|---|---|---|
| M1-Mesin Ke-1 | J5 | O1 | 16 | 0 | 16 |
| M1-Mesin Ke-1 | J2 | O1 | 47 | 16 | 63 |
| M1-Mesin Ke-1 | J1 | O1 | 69 | 63 | 132 |
| M2-Mesin Ke-1 | J2 | O2 | 28 | 63 | 91 |
| M2-Mesin Ke-1 | J4 | O2 | 79 | 91 | 170 |
| M3-Mesin Ke-1 | J4 | O1 | 45 | 0 | 45 |
| M3-Mesin Ke-1 | J1 | O2 | 58 | 132 | 190 |
| M3-Mesin Ke-1 | A-7 | O4 | 95 | 682 | 777 |
| M4-Mesin Ke-1 | J6 | O1 | 29 | 0 | 29 |
| M4-Mesin Ke-1 | J1 | O3 | 86 | 190 | 276 |
| M5-Mesin Ke-1 | J2 | O3 | 19 | 91 | 110 |
| M5-Mesin Ke-1 | J4 | O3 | 24 | 170 | 194 |
| M6-Mesin Ke-1 | J3 | O1 | 31 | 0 | 31 |
| M6-Mesin Ke-1 | J4 | O4 | 33 | 194 | 227 |
| M7-Mesin Ke-1 | J5 | O2 | 29 | 16 | 45 |
| M7-Mesin Ke-1 | J1 | O4 | 91 | 276 | 367 |
| M7-Mesin Ke-1 | A-7 | O1 | 126 | 367 | 493 |
| M8-Mesin Ke-1 | J3 | O2 | 27 | 31 | 58 |
| M8-Mesin Ke-1 | J5 | O3 | 37 | 58 | 95 |
| M8-Mesin Ke-1 | B-9 | O4 | 39 | 503 | 542 |
| M8-Mesin Ke-1 | A-8 | O2 | 44 | 936 | 980 |
| M9-Mesin Ke-1 | J6 | O2 | 76 | 29 | 105 |
| M9-Mesin Ke-1 | J3 | O3 | 66 | 105 | 171 |
| M9-Mesin Ke-1 | B-9 | O2 | 103 | 326 | 429 |
| M10-Mesin Ke-1 | J6 | O3 | 51 | 105 | 156 |
| M10-Mesin Ke-1 | J3 | O4 | 29 | 171 | 200 |
| M10-Mesin Ke-1 | A-8 | O1 | 159 | 777 | 936 |
| M11-Mesin Ke-1 | B-9 | O3 | 74 | 429 | 503 |
| M11-Mesin Ke-1 | A-7 | O2 | 101 | 503 | 604 |
| M12-Mesin Ke-1 | J6 | O4 | 37 | 156 | 193 |
| M12-Mesin Ke-1 | B-9 | O1 | 99 | 227 | 326 |
| M12-Mesin Ke-1 | A-7 | O3 | 78 | 604 | 682 |

C. Pengolahan Dengan Metode *Non-Delay*

Tabel D.30
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 6

| Stage | Mesin | | | | | | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 69 | 69 | 0 | 1 ; 3 ; 4 ; 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 6 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | 0 | 47 | 47 | | | 2 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 1 | 6 | 0 | 31 | 31 | | | 3 | 1 | 6 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 1 | 3 | 0 | 45 | 45 | | | 4 | 1 | 3 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 1 | 1 | 0 | 16 | 16 | | | 5 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 1 | 4 | 0 | 29 | 29 | | | 6 | 1 | 4 | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 69 | 69 | 0 | 1 ; 3 ; 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | 0 | 47 | 47 | | | 2 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 8 | 31 | 27 | 58 | | | 4 | 1 | 3 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 1 | 3 | 0 | 45 | 45 | | | 5 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 1 | 1 | 0 | 16 | 16 | | | 6 | 1 | 4 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 1 | 4 | 0 | 29 | 29 | | | | | | | | |
| 2 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 69 | 69 | 0 | 1 ; 4 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | 0 | 47 | 47 | | | 2 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 8 | 31 | 27 | 58 | | | 5 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | 2 | 45 | 79 | 124 | | | 6 | 1 | 4 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 1 | 1 | 0 | 16 | 16 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 1 | 4 | 0 | 29 | 29 | | | | | | | | |
| 3 | 16 | 0 | 45 | 0 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 16 | 69 | 85 | 0 | 4 | 6 | 1 | 4 | 6 | 1 | 4 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | 16 | 47 | 63 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 8 | 31 | 27 | 58 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | 2 | 45 | 79 | 124 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 2 | 7 | 16 | 29 | 45 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 1 | 4 | 0 | 29 | 29 | | | | | | | | |
| 4 | 16 | 0 | 45 | 29 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 16 | 69 | 85 | 16 | 1 ; 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | 16 | 47 | 63 | | | 2 | 1 | 1 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 8 | 31 | 27 | 58 | | | 5 | 2 | 7 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | 2 | 45 | 79 | 124 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 2 | 7 | 16 | 29 | 45 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 2 | 9 | 29 | 76 | 105 | | | | | | | | |
| 5 | 63 | 0 | 45 | 29 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 63 | 69 | 132 | 16 | 7 | 5 | 2 | 7 | 5 | 2 | 7 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 63 | 28 | 91 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 8 | 31 | 27 | 58 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | 2 | 45 | 79 | 124 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 2 | 7 | 16 | 29 | 45 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 2 | 9 | 29 | 76 | 105 | | | | | | | | |
| 6 | 63 | 0 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 63 | 69 | 132 | 29 | 9 | 6 | 2 | 9 | 6 | 2 | 9 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 63 | 28 | 91 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 8 | 31 | 27 | 58 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | 2 | 45 | 79 | 124 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 3 | 8 | 45 | 37 | 82 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 2 | 9 | 29 | 76 | 105 | | | | | | | | |

Tabel D.30
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 6 (Lanjutan)

| Stage | Mesin | | | | | | | | | | | | St | | | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | | | PSt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 63 | 0 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 0 | 105 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 63 | 69 | 132 | 31 | 8 | 3 | 2 | 8 | 3 | 2 | 8 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 63 | 28 | 91 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 8 | 31 | 27 | 58 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | 2 | 45 | 79 | 124 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 3 | 8 | 45 | 37 | 82 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 3 | 10 | 105 | 51 | 156 | | | | | | | | |
| 8 | 63 | 0 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 58 | 105 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 63 | 69 | 132 | 45 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 63 | 28 | 91 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 3 | 9 | 105 | 66 | 171 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 2 | 2 | 45 | 79 | 124 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 3 | 8 | 58 | 37 | 95 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 3 | 10 | 105 | 51 | 156 | | | | | | | | |
| 9 | 63 | 124 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 58 | 105 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 63 | 69 | 132 | 58 | 8 | 5 | 3 | 8 | 5 | 3 | 8 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 124 | 28 | 152 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 3 | 9 | 105 | 66 | 171 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 | 5 | 124 | 24 | 148 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 3 | 8 | 58 | 37 | 95 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 3 | 10 | 105 | 51 | 156 | | | | | | | | |
| 10 | 63 | 124 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 95 | 105 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 63 | 69 | 132 | 63 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 124 | 28 | 152 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 3 | 9 | 105 | 66 | 171 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 | 5 | 124 | 24 | 148 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 3 | 10 | 105 | 51 | 156 | | | | | | | | |
| 11 | 132 | 124 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 95 | 105 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 132 | 58 | 190 | 105 | 9 ; 10 | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 9 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 124 | 28 | 152 | | | 6 | 3 | 10 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 3 | 9 | 105 | 66 | 171 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 | 5 | 124 | 24 | 148 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 3 | 10 | 105 | 51 | 156 | | | | | | | | |
| 12 | 132 | 124 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 95 | 171 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 132 | 58 | 190 | 105 | 10 | 6 | 3 | 10 | 6 | 3 | 10 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 124 | 28 | 152 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 4 | 10 | 171 | 29 | 200 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 | 5 | 124 | 24 | 148 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 3 | 10 | 105 | 51 | 156 | | | | | | | | |
| 13 | 132 | 124 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 95 | 171 | 156 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 132 | 58 | 190 | 124 | 2 ; 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 124 | 28 | 152 | | | 4 | 3 | 5 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 | 4 | 10 | 171 | 29 | 200 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 | 5 | 124 | 24 | 148 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 | 4 | 12 | 156 | 37 | 193 | | | | | | | | |

Tabel D.30
Hasil Penjadwalan Metode *Non-Delay* Untuk Kasus 6 (Lanjutan)

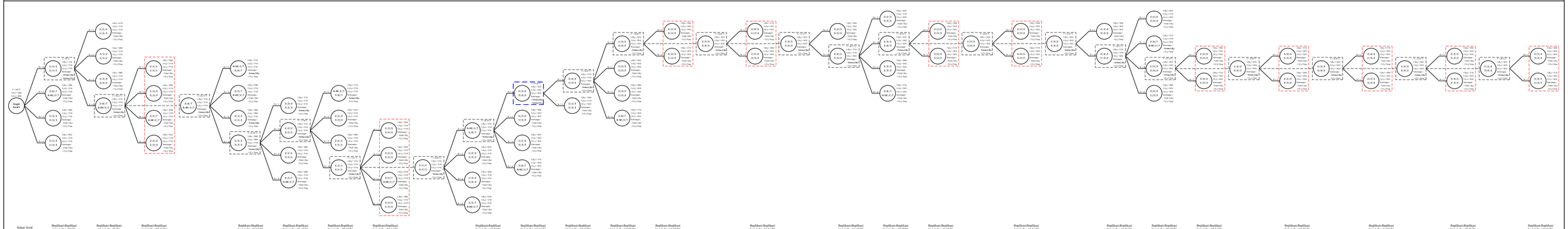
| Stage | Mesin | | | | | | | | | | | | St | Cj | tj | rj | c * | m * | Calon PSt | PSt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | |
| 14 | 132 | 152 | 45 | 29 | 0 | 31 | 45 | 95 | 171 | 156 | 0 | 0 | 1 2 3 | 132 | 58 | 190 | 124 | 5 | 4 3 5 | 4 3 5 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 3 5 | 152 | 19 | 171 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 4 10 | 171 | 29 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 3 5 | 124 | 24 | 148 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 4 12 | 156 | 37 | 193 | | | | |
| 15 | 132 | 152 | 45 | 29 | 148 | 31 | 45 | 95 | 171 | 156 | 0 | 0 | 1 2 3 | 132 | 58 | 190 | 132 | 3 | 1 2 3 | 1 2 3 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 3 5 | 152 | 19 | 171 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 4 10 | 171 | 29 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 4 6 | 148 | 33 | 181 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 4 12 | 156 | 37 | 193 | | | | |
| 16 | 132 | 152 | 190 | 29 | 148 | 31 | 45 | 95 | 171 | 156 | 0 | 0 | 1 3 4 | 190 | 86 | 276 | 148 | 6 | 4 4 6 | 4 4 6 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 3 5 | 152 | 19 | 171 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 4 10 | 171 | 29 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 4 4 6 | 148 | 33 | 181 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 4 12 | 156 | 37 | 193 | | | | |
| 17 | 132 | 152 | 190 | 29 | 148 | 181 | 45 | 95 | 171 | 156 | 0 | 0 | 1 3 4 | 190 | 86 | 276 | 152 | 5 | 2 3 5 | 2 3 5 |
| | | | | | | | | | | | | | 2 3 5 | 152 | 19 | 171 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3 4 10 | 171 | 29 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 4 12 | 156 | 37 | 193 | | | | |
| 18 | 132 | 152 | 190 | 29 | 171 | 181 | 45 | 95 | 171 | 156 | 0 | 0 | 1 3 4 | 190 | 86 | 276 | 156 | 12 | 6 4 12 | 6 4 12 |
| | | | | | | | | | | | | | 3 4 10 | 171 | 29 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 6 4 12 | 156 | 37 | 193 | | | | |
| 19 | 132 | 152 | 190 | 29 | 171 | 181 | 45 | 95 | 171 | 156 | 0 | 193 | 1 3 4 | 190 | 86 | 276 | 171 | 10 | 3 4 10 | 3 4 10 |
| | | | | | | | | | | | | | 3 4 10 | 171 | 29 | 200 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | B-9 1 12 | 193 | 99 | 292 | | | | |
| 20 | 132 | 152 | 190 | 29 | 171 | 181 | 45 | 95 | 171 | 200 | 0 | 193 | 1 3 4 | 190 | 86 | 276 | 190 | 4 | 1 3 4 | 1 3 4 |
| | | | | | | | | | | | | | B-9 1 12 | 193 | 99 | 292 | | | | |
| 21 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 45 | 95 | 171 | 200 | 0 | 193 | 1 4 7 | 276 | 91 | 367 | 193 | 12 | B-9 1 12 | B-9 1 12 |
| | | | | | | | | | | | | | B-9 1 12 | 193 | 99 | 292 | | | | |
| 22 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 45 | 95 | 171 | 200 | 0 | 292 | 1 4 7 | 276 | 91 | 367 | 276 | 7 | 1 4 7 | 1 4 7 |
| | | | | | | | | | | | | | B-9 2 9 | 292 | 103 | 395 | | | | |
| 23 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 367 | 95 | 171 | 200 | 0 | 292 | A-7 1 7 | 367 | 126 | 493 | 292 | 9 | B-9 2 9 | B-9 2 9 |
| | | | | | | | | | | | | | B-9 2 9 | 292 | 103 | 395 | | | | |
| 24 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 367 | 95 | 395 | 200 | 0 | 292 | A-7 1 7 | 367 | 126 | 493 | 367 | 7 | A-7 1 7 | A-7 1 7 |
| | | | | | | | | | | | | | B-9 3 11 | 395 | 74 | 469 | | | | |
| 25 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 493 | 95 | 395 | 200 | 0 | 292 | A-7 2 11 | 493 | 101 | 594 | 395 | 11 | B-9 3 11 | B-9 3 11 |
| | | | | | | | | | | | | | B-9 3 11 | 395 | 74 | 469 | | | | |
| 26 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 493 | 95 | 395 | 200 | 469 | 292 | A-7 2 11 | 493 | 101 | 594 | 469 | 8 | B-9 4 8 | B-9 4 8 |
| | | | | | | | | | | | | | B-9 4 8 | 469 | 39 | 508 | | | | |
| 27 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 493 | 508 | 395 | 200 | 469 | 292 | A-7 2 11 | 493 | 101 | 594 | 493 | 11 | A-7 2 11 | A-7 2 11 |
| 28 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 493 | 508 | 395 | 200 | 594 | 292 | A-7 3 12 | 594 | 78 | 672 | 594 | 12 | A-7 3 12 | A-7 3 12 |
| 29 | 132 | 152 | 190 | 276 | 171 | 181 | 493 | 508 | 395 | 200 | 594 | 672 | A-7 4 3 | 672 | 95 | 767 | 672 | 3 | A-7 4 3 | A-7 4 3 |
| 30 | 132 | 152 | 767 | 276 | 171 | 181 | 493 | 508 | 395 | 200 | 594 | 672 | A-8 1 10 | 767 | 159 | 926 | 767 | 10 | A-8 1 10 | A-8 1 10 |
| 31 | 132 | 152 | 767 | 276 | 171 | 181 | 493 | 508 | 395 | 926 | 594 | 672 | A-8 2 8 | 926 | 44 | 970 | 926 | 8 | A-8 2 8 | A-8 2 8 |

*Makespan* = 970 Menit

# LAMPIRAN E

## ( RANGKUMAN HASIL PERHITUNGAN ALGORITMA *SIMULATED ANNEALING* PADA KASUS PERUSAHAAN )

**RANGKUMAN PERHITUNGAN PENJADWALAN PESANAN KASUS PERUSAHAAN DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *SIMULATED ANNEALING***




**Keterangan :**

= **Seluruh solusi tetangga dari masing-masing replikasi pada temperatur terkait tidak diterima / ditolak**

= **Solusi terbaik, diperoleh dari temperatur ke-66.34 °C pada replikasi pertama**

= **Solusi tetangga diterima dan dijadikan sebagai awal untuk mencari replikasi-replikasi selanjutnya**