

DISAIN PANJANG LAS PADA SAMBUNGAN LAS GESER EKSENTRIS DENGAN METODE BAGI-DUA (BISECTION)

Kamaludin¹

¹Program Studi Teknik Sipil, ITENAS - Bandung
Jl. PHH Mustofa 23 Bandung
Email: kamal.itenas@gmail.com

Abstrak

Salah satu peranan teknologi pada bidang rekayasa adalah pada bidang rekayasa struktur dalam mendesain suatu elemen pada struktur baja. Sambungan antar elemen merupakan salah satu yang harus diperhatikan dalam merencanakan struktur baja. Tahap mendesain sambungan sering kali membutuhkan proses yang cukup panjang dan rumit. Ada beberapa kasus dalam mendesain sambungan pada struktur baja yang tidak dapat dirancang apabila dilakukan secara manual karena membutuhkan proses yang cukup panjang dan berulang. Melihat keadaan ini diperlukan suatu cara untuk menerapkan teknologi perangkat lunak pada disain sambungan baja. Pembuatan perangkat lunak biasanya menggunakan suatu metoda numerik untuk mempermudah implementasi ke bahasa pemrograman. Permasalahan yang timbul adalah bagaimana menerapkan metoda numerik untuk menyelesaikan masalah-masalah disain elemen struktur ini. Selanjutnya diperlukan satu atau beberapa metode numerik yang akan diterapkan pada penyelesaian disain sambungan baja ini dengan cara memanfaatkan teknologi rekayasa perangkat lunak. Studi Kasus yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah disain panjang las pada sambungan las geser eksentris. Hasil dari penelitian ini diantaranya pertama, menentukan panjang las lebih cepat dan akurat. Kedua, kesalahan hasil yang diperoleh dalam menentukan panjang las ini bisa diatur sekecil mungkin dari nilai toleransi yang diberikan. Ketiga, panjang las yang diperoleh secara umum hanya beberapakali iterasi saja. Keempat, Penerapan metode bagi dua (bisection) ini dapat digunakan dalam menentukan panjang las karena metode ini selalu konvergen ke nilai panjang las yang sebenarnya.

Kata kunci: *desain sambungan; sambungan las; geser eksentris; panjang las; metode bagi dua (bisection); kapasitas sambungan*

Pendahuluan

Peranan teknologi menjadi sangat penting dalam kehidupan sehari-hari baik dalam bidang sosial maupun bidang rekayasa. Salah satu peranan teknologi pada bidang rekayasa adalah pada bidang rekayasa struktur dalam mendesain suatu elemen pada struktur baja. Sambungan antar elemen merupakan salah satu yang harus diperhatikan dalam merencanakan struktur baja. Tahap mendesain sambungan sering kali membutuhkan suatu proses yang cukup panjang dan rumit.

Ada beberapa kasus dalam mendesain sambungan pada struktur baja yang tidak dapat dirancang apabila dilakukan secara manual karena membutuhkan proses yang cukup panjang dan berulang.

Ada dua cara prosedur disain panjang las pada tipe sambungan las geser eksentris yaitu

1. Prosedur pertama dengan cara coba-coba.
2. Prosedur kedua dengan menggunakan salah satu metode numerik.

Bila dikerjakan secara manual tentang prosedur disain cara pertama umumnya lebih mudah dikerjakan dibandingkan dengan cara kedua, hal ini dikarenakan terutama pada cara kedua ini dalam proses mencari panjang las diiringi perubahan nilai inersia dan titik berat pola las. Perubahan panjang las akan mempengaruhi nilai inersia dan posisi pusat pola las sehingga dalam menentukan titik pusat pola las dan nilai inersia bukan hal yang mudah dilakukan secara manual. Penerapan teknologi rekayasa perangkat lunak akan mempermudah dan mempercepat perhitungan dalam mendesain cara kedua diatas. Metode penyelesaian untuk penentuan panjang las yang akan diterapkan yaitu dengan menggunakan metode bagi dua (bisection). Metode ini dipilih karena memiliki solusi penyelesaian sambungan las tertutup. Data input awal untuk metode ini dapat dimasukkan yaitu panjang las minimal dan panjang las maksimal.

Melihat keadaan ini diperlukan suatu cara untuk menerapkan teknologi perangkat lunak pada disain sambungan baja. Pembuatan perangkat lunak biasanya menggunakan suatu metoda numerik untuk mempermudah

implementasi ke bahasa pemrograman. Permasalahan yang timbul adalah bagaimana menerapkan metoda numerik untuk menyelesaikan masalah disain ini. Selanjutnya diperlukan satu atau beberapa metode numerik yang akan diterapkan pada penyelesaian disain sambungan baja ini dengan cara memanfaatkan teknologi rekayasa perangkat lunak. Studi Kasus yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah disain panjang las pada sambungan las geser eksentris

Maksud dan Tujuan

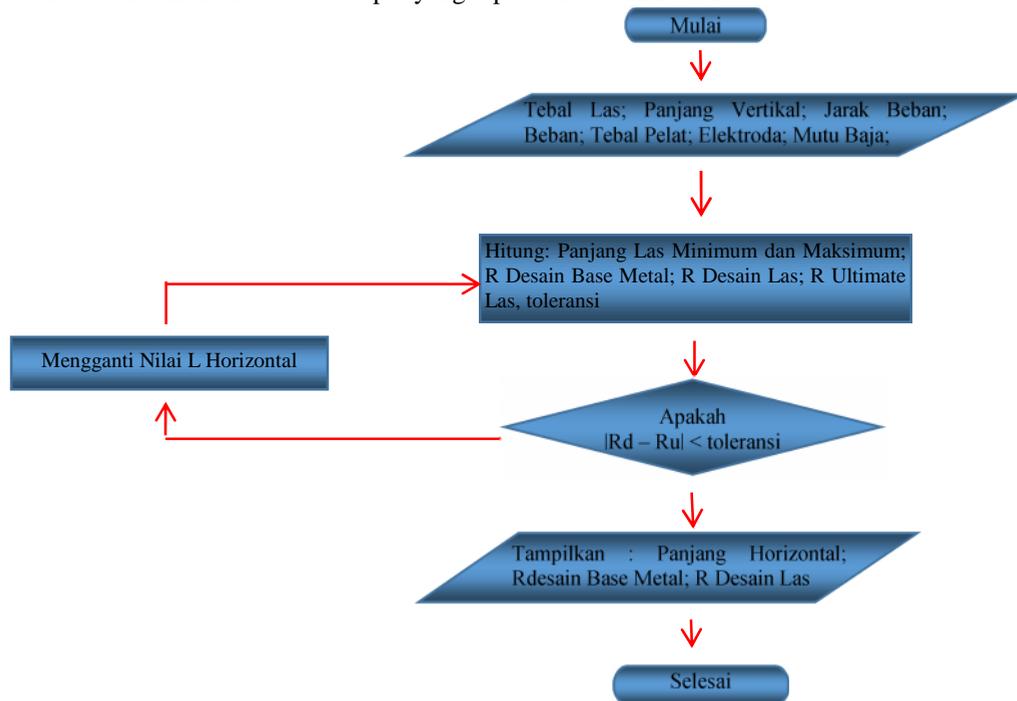
Rekayasa perangkat lunak (software) dibuat dengan tujuan pertama untuk memperpendek proses perhitungan dalam mendisain sambungan las. Kedua untuk menghindari proses coba-coba yang sering dilakukan dalam mendisain sambungan las. Ketiga menerapkan metode numerik dibidang rekayasa struktur. Keempat untuk memperkenalkan rancang bangun software untuk bidang rekayasa struktur.

Ruang Lingkup

1. Konsep disain menggunakan konsep disain LRFD.
2. Sambungan yang ditinjau Sambungan Las eksentris dan hanya geser.
3. Disain memenuhi syarat kekuatan.
4. Metode Bagi Dua untuk mencari titik keseimbangan
5. Basis OS dapat berjalan di windows.
6. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu delphi

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara diawali dengan studi pustaka lalu membuat model sambungan las kemudian merancang algoritma dan diimplementasikan ke bahasa pemrograman, selanjutnya menerapkan metode numerik yaitu metode bagi dua (bisection) untuk penentuan panjang las yang diperlukan dalam mendesain sambungan las dan diakhiri kesimpulan. Dipilihnya metode ini karena metode ini memiliki karakteristik range tertutup. Implementasi penerapan metode bagi dua (bisection) pada disain ini menggunakan bahasa komputer yaitu bahasa pascal atau pemrograman visual yang disebut Delphi. Metode bagi dua (bisection) diterapkan untuk penentuan panjang las pada sambungan baut geser eksentris, sehingga tidak perlu lagi coba-coba dan mempermudah dalam menghitung kapasitas sambungan las geser eksentris. Adapun proses langkah-langkah dalam menentukan panjang las digambarkan pada gambar 1. Keakuratan data yang dihasilkan tergantung nilai toleransi yang diberikan, semakin kecil toleransi maka hasil data output yang diperoleh semakin akurat.



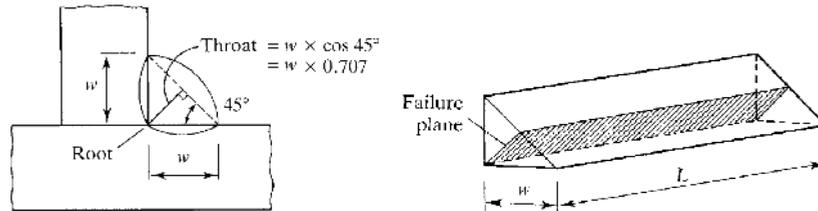
Gambar 1 : Flowcart Penentuan Sambungan Las

Sambungan Las

Desain dan analisis lasan fillet didasarkan pada asumsi bahwa penampang las adalah segitiga siku-siku 45°, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Ukuran lasan fillet dilambangkan w dan panjang salah satu dari dua sisi yang sama dari penampang ideal ini. Ukuran las standar yang ditentukan dalam penambahan sebesar 1/16 inci.

Untuk lasan fillet dibuat dengan proses busur logam terlindung, tebalnya adalah jarak tegak lurus dari sudut dari las untuk sisi miring dan sama dengan 0,707 kali ukuran las. Dengan demikian, untuk suatu panjang las L dikenakan beban P , tegangan geser kritis adalah :

$$f_v = \frac{P}{0,707 w L} \tag{1}$$



Gambar 2

Jika las tegangan geser ultimate, F_{nw} , digunakan dalam persamaan ini, beban nominal kapasitas las dapat ditulis sebagai :

$$R_n = 0,707 w L F_{nw} \tag{2}$$

Kekuatan dari las fillet tergantung pada logam las digunakan-yaitu, itu adalah fungsi dari jenis elektroda. Kekuatan elektroda didefinisikan sebagai kekuatan tarik utamanya, dengan kekuatan 60, 70, 80, 90, 100, 110, dan 120 kips per inci persegi tersedia untuk proses pengelasan busur logam terlindung. Elektroda harus dipilih untuk mencocokkan logam dasar. Untuk nilai yang umum digunakan baja, hanya dua elektroda perlu dipertimbangkan:

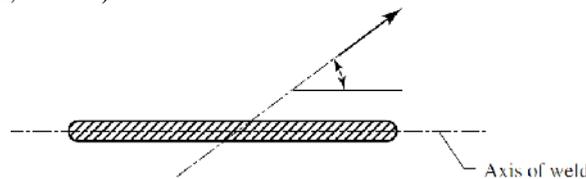
1. Gunakan E70XX elektroda dengan baja yang memiliki tegangan leleh kurang dari 60 ksi.
2. Gunakan E80XX elektroda dengan baja yang memiliki tegangan leleh dari 60 ksi atau 65 ksi.

Kekuatan desain lasan diberikan dalam tabel AISC J2.5. Tegangan geser ultimate F_{nw} di las fillet adalah 0,6 kali kekuatan tarik logam las, dilambangkan F_{EXX} . Oleh karena itu,

$$F_{nw} = 0,6 F_{EXX} \tag{3}$$

Jika sudut antara arah beban dan sumbu las dilambangkan θ (lihat Gambar 3), kekuatan las fillet nominal adalah :

$$F_{nw} = 0,6 F_{EXX} (1 + 0,5 \sin^{1,5} \theta) \tag{4}$$



Gambar 3

Tabel 1 menunjukkan kekuatan untuk beberapa nilai-nilai θ . Seperti Tabel 1 menunjukkan, jika sumbu las sejajar dengan beban, kekuatan dasar yang diberikan oleh $F_{nw} = 0,60 F_{EXX}$ benar, tetapi ketika las tegak lurus ke beban, kekuatan yang sebenarnya adalah 50% lebih tinggi.

Tabel 1, kekutan las dengan berbagai sudut

| Direction of Load (θ) | $F_{nw} = 0,6 F_{EXX} (1 + 0,5 \sin^{1,5} \theta)$ |
|--------------------------------|--|
| 0^0 | $0,6 F_{EXX} (1)$ |
| 15^0 | $0,6 F_{EXX} (1,066)$ |
| 30^0 | $0,6 F_{EXX} (1,177)$ |
| 45^0 | $0,6 F_{EXX} (1,297)$ |
| 60^0 | $0,6 F_{EXX} (1,403)$ |
| 75^0 | $0,6 F_{EXX} (1,475)$ |
| 90^0 | $0,6 F_{EXX} (1,5)$ |

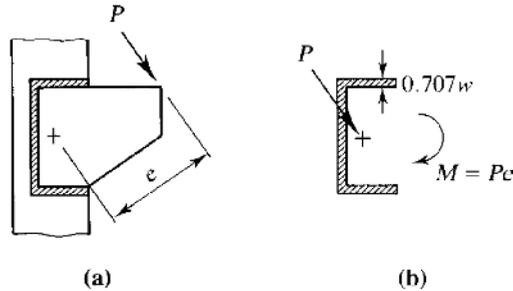
Sabungan Las Eksentrik Hanya Geser

Koneksi eksentrik adalah satu di mana resultan dari beban diterapkan tidak melewati pusat gravitasi dari pengencang atau las. Jika sambungan memiliki bidang simetri, pusat massa dari daerah geser dari pengencang atau las dapat digunakan sebagai titik referensi, dan jarak tegak lurus dari garis aksi beban ke pusat massa disebut eksentrisitas.

Koneksi las eksentrik dianalisis dalam banyak cara yang sama seperti koneksi dibaut, kecuali bahwa panjang unit las menggantikan pengencang individu dalam perhitungan. Seperti dalam kasus koneksi dibaut eksentrik dimuat di geser, koneksi las geser dapat diselidiki baik dengan metode kekuatan elastis atau *ultimate*.

Analisa Elastis

Beban diperhitungkan kemudian dikalikan dengan 0,707 kali ukuran las untuk mendapatkan beban yang sebenarnya.



Gambar 4

Karena semua elemen las menerima bagian yang sama dari geser langsung, maka tegangan geser langsung

$$f_l = \frac{P}{L} \tag{5}$$

dimana L adalah panjang total las dan secara numerik sama dengan daerah geser. Jika komponen persegi panjang yang digunakan,

$$f_{lx} = \frac{P_x}{L} \tag{6}$$

dan

$$f_{ly} = \frac{P_y}{L} \tag{7}$$

Dimana P_x dan P_y adalah komponen x dan y dari beban yang diterapkan. Tegangan geser yang disebabkan oleh pasangan tersebut ditemukan dengan rumus torsi

$$f_2 = \frac{Md}{J} \tag{8}$$

Dimana

d = Jarak dari pusat bidang geser ke titik di mana tegangan sedang dihitung

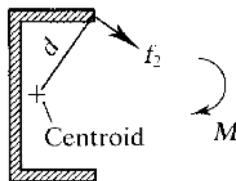
J = Momen inersia polar dari daerah itu

Gambar 8.17 menunjukkan tegangan ini di sudut kanan atas dari las yang diberikan. Di sisi komponen persegi panjang.

$$f_{2x} = \frac{My}{J} \tag{9}$$

dan

$$f_{2y} = \frac{Mx}{J} \tag{10}$$



Gambar 5

$$J = \int_A r^2 dA = \int_A (x^2 + y^2) dA = \int_A x^2 dA + \int_A y^2 dA = I_y + I_x \tag{11}$$

Dimana I_x dan I_y adalah momen persegi panjang inersia dari daerah geser. Setelah semua komponen persegi panjang telah ditemukan, mereka dapat ditambahkan secara vektor untuk mendapatkan resultan geser tegangan di tempat tujuan, atau

$$f_v = \sqrt{(\sum f_x)^2 + (\sum f_y)^2} \tag{12}$$

Desain praktis koneksi dilas memerlukan pertimbangan rincian seperti sebagai ukuran las maksimum dan minimum dan panjang. Persyaratan untuk lasan fillet ditemukan di AISC J2.2b dan dirangkum di sini.

Ukuran Minimal

Ukuran minimal yang diizinkan adalah fungsi dari ketebalan lebih tipis yang terhubung bagian dan diberikan dalam AISC Tabel J2.4. Persyaratan ini diambil langsung dari American Welding Society Struktur Welding Code (AWS, 2010).

Ukuran Maksimal

Sepanjang tepi bagian kurang dari 1/4 inci tebal, ukuran fillet las maksimum sama dengan ketebalan bagian. Untuk bagian 1/4 inci atau lebih tebal, ukuran maksimum adalah $t - 1/16$ inci, di mana t adalah ketebalan bagian. Untuk fillet lasan selain yang di sepanjang tepi, tidak ada maksimum ukuran tertentu. Dalam kasus ini, ukuran maksimum yang akan digunakan dalam perhitungan kekuatan akan dibatasi oleh kekuatan geser logam dasar.

Panjang Minimal

Panjang diperbolehkan minimum dari las fillet adalah empat kali ukurannya. keterbatasan ini tentu tidak mutlak, tetapi jika panjang ini tidak tersedia, panjang pendek dapat digunakan jika ukuran efektif las diambil sebagai seperempat panjangnya. Panjang las dalam hal ini mungkin tidak kurang dari jarak antara mereka-yaitu, $L \geq W$

Panjang Maksimal

AISC tidak memaksakan batasan pada panjang lasan, tapi untuk lasan akhir-load, ada beberapa pembatasan. Lasan akhir-loaded yang lasan membujur pada akhir sebuah aksial elemen dimuat. Jika panjang melebihi 100 kali ukuran las, sebuah effective length berkurang digunakan dalam perhitungan kekuatan. Panjang efektif diperoleh dengan mengalikan panjang sebenarnya dengan faktor β , di mana

$$\beta = 1.2 - 0.002(L/w) \leq 1.0$$

L = panjang sebenarnya las

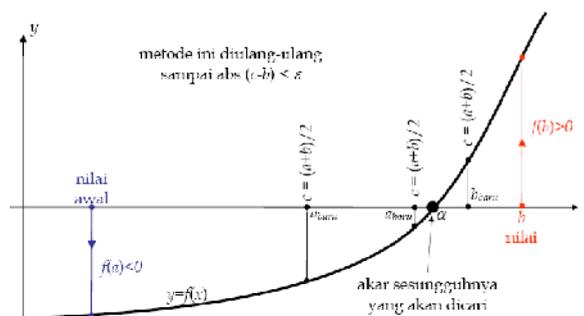
W = ukuran las

Jika panjang lebih besar dari 300 kali ukuran las, menggunakan panjang efektif 180W.

Metode Bagi Dua (Metode Bisection)

Dalam penyelesaian matematika dari suatu model persoalan nyata bidang rekayasa, sering yang dicari adalah nilai-nilai variable x atau VAriabel t sedemikian rupa sehingga terpenuhi persamaan $f(x)$ atau $f(t) = 0$ yang digunakan dalam model. Dalam beberapa kasus, melalui faktorisasi $f(x)$ atau $f(t) = 0$ dapat diperoleh penyelesaian seperti yang diinginkan; akan tetapi, lebih banyak jabaran persamaan dalam model mempunyai yang rumit, sehingga teknik analisis matematika murni tidak dapat memberikan solusi.

Jika terdapat suatu $f(x)$ yang menerus $\in [a,b]$ dan $f(a)-f(b) < 0$, maka paling tidak $f(x)$ mempunyai satu akar $f(x)$ mempunyai satu akar $\in [a,b]$.



Gambar 6 Ilustrasi metode bagi dua

Algoritma

1. Mulai
2. Diketahui sebagai data : $f(x)$, Toleransi (ϵ) atau (n) kali iterasi.
3. Tentukan perkiraan nilai awal (a) dan nilai awal (b) dengan syarat $f(a)-f(b) < 0$. bisa dengan cara memplot fungsi $f(x)$.
4. Hitung $c = (a+b)/2$
5. $abs(f(c)) < \epsilon$ atau sudah iterasi n kali maka jawabannya adalah c dan Selesai.
6. jika $f(a)-f(c) < 0$ maka $b = c$ dan jika tidak maka $a = c$
7. Ulangi tahap 3
8. Selesai

Bahasa Pemrograman Delphi

Delphi adalah suatu program berbasis bahasa Pascal yang telah memanfaatkan suatu teknik pemrograman yang disebut RAD, dan membuat pemrograman menjadi lebih mudah. Selain itu delphi adalah suatu bahasa pemrograman yang telah memanfaatkan metode pemrograman Object Oriented Programming (OOP). Sebagai salah satu piranti pengembangan software berbasis windows, umumnya delphi lebih banyak digunakan untuk pengembangan aplikasi desktop berbasis database, tapi sebagai perangkat pengembangan yang bersifat general-purpose delphi mampu digunakan dalam berbagai jenis proyek pengembangan software lainnya.

Program Delphi dikenal juga dengan nama IDE (Integrated development Environment), yaitu lingkungan pengembangan aplikasi yang terpadu. Melalui IDE ini dibangun aplikasi-aplikasi dari merancang tampilan untuk pemakai (antarmuka pemakai), menuliskan kode sampai mencari penyebab kesalahan (debugging).

Statemen IF

Dalam melakukan perhitungan, seringkali ditemukan adanya beberapa pilihan yang harus ditentukan. Sebagai contoh, dari nilai mahasiswa akan ditentukan apakah mahasiswa tersebut lulus atau tidak, dan jika lulus apakah predikat dari nilainya tersebut. Dalam menangani hal ini telah disediakan statemen untuk percabangan, yaitu dengan menggunakan statemen IF.

Statemen IF termasuk pada statemen logika yang digunakan untuk memberikan perumpamaan atau penambahan keterangan. Statemen ini bisa juga diaplikasikan untuk kondisi ganda atau sering disebut juga Statemen IF Ganda atau Majemuk yang artinya dalam statemen IF bisa terdapat statemen IF yang lain lagi. Aturan penulisan statemen if adalah sebagai berikut :

```
if condition then
  statemen1;
else
  stetem2;
end
```

dimana kondisi diatas adalah ekspresi boolean, jika kondisi berharga true maka statement1 akan dieksekusi, sedangkan jika kondisi bernilai false maka statemen2 yang akan dieksekusi. Bagian else dapat dihilangkan apabila terdapat satu kondisi saja sehingga statemen if diatas menjadi

```
if condition then
  statemen;
```

Looping

Perulangan (*Looping*) merupakan suatu instruksi yang digunakan untuk mengeksekusi sejumlah instruksi program secara berulang-ulang. Perulangan mempunyai peranan penting sebab adakalanya bagian dari program perlu dieksekusi kembali berulang-ulang untuk melakukan sejumlah proses. Seperti yang telah diulas pada modul dua dalam bahasa pemrograman proses perulangan dalam sintaks instruksi dan penggunaan yang bervariasi, adapun intruksi yang sering digunakan dalam bahasa Fortan adalah **GO...TO**, **IF**, dan **DO...CONTINUE**. Sedangkan dalam bahasa Pascal intruksi yang digunakan yaitu **WHILE...DO**, **REPEAT...UNTIL**, **FOR...TO...DO**, dan **FOR...DOWNTO...TO**.

Pernyataan perulangan dipakai untuk melakukan proses berulang terhadap pernyataan sederhana atau pernyataan terstruktur

Struktur While()

Karakteristik while() adalah:

1. Dilakukan pengecekan kondisi terlebih dahulu sebelum dilakukan perulangan. Jika kondisi yang dicek bernilai benar (true) maka perulangan akan dilakukan.
2. Blok statemen tidak harus ada. Struktur tanpa statemen akan tetap dilakukan selama kondisi masih true.

Bentuk Umum

```
while <kondisi> do
  begin
    <pernyataan yang akan dijalankan>
  End
```

Struktur Repeat ... Until()

Karakteristik Repeat() adalah:

1. Dilakukan perulangan terdahulu kemudiandilakukan pengecekan. Jika kondisi yang dicek bernilai benar (true) maka perulangan akan dihentikan.
2. Blok statemen tidak harus ada. Struktur tanpa statemen akan tetap dilakukan selama kondisi masih salah.

Bentuk Umum

Repeat
 <pernyataan yang akan dijalankan>
 Until (<kondisi>)

Struktur For

Karakteristik :

1. Digunakan untuk perulangan yang batasnya sudah diketahui dengan jelas, misalnya dari 1 sampai 10.
2. Memerlukan 2 buah variabel awal dan akhir perulangan.
3. Nilai variabel penghitung akan secara otomatis bertambah atau berkurang tiap kali sebuah pengulangan dilaksanakan.

Bentuk Umum:

for <nilai_awal> to <nilai_akhiri> do
 begin
 <pernyataan yang akan dijalankan>
 End

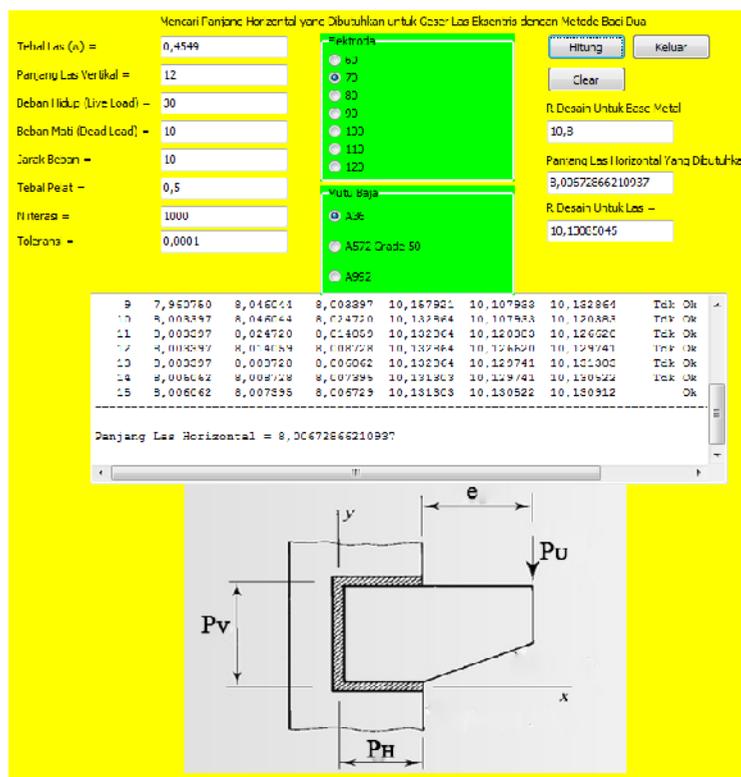
Algoritma Metode Bagi Dua pada Sambunga Las Eksentris hanya Geser

Banyak model algoritma yang dapat dilakukan atau dapat disusun. Susuna sintak atau printah ini akan menggambarkan langkah demi langkah dalam menganalisis atau mendesain panjang las pada sambungan las.

1. Mulai
2. Data Beban Luar (Pu), Tebal Las (w); Panjang Vertikal; Jarak Beban; Beban; Tebal Pelat; Elektroda; Mutu Baja (FXX);
3. Hitung: Panjang Las Minimum dan Maksimum; R Desain Base Metal; R Desain Las; R Ultimate Las, toleransi
4. Apakah $|R_d - R_u| < \text{toleransi}$, Jika tidak ulangi tahap 3, jika ya lanjut ke tahap berikutnya
5. Panjang Horizontal; Rdesain Base Metal; R Desain Las
6. Selesai

Implementasi ke Bahasa Pemrograman

Gambar 7 memperlihatkan tampilan aplikasi yang telah dibuat, termasuk info gambar dan tabel keluran historis panjang las. Input berupa data material, mutu las, mutu baja, toleransi dan jumlah iterasi.



Gambar 7 Tampilan aplikasi pencarian panjang las

```

{$R *.dfm}

function Ru(L,Pu,h,e:real):real;
Var M,xbar,ybar,ex,Ix,Iy,J,flx,fly,f2x,f2y : real;
begin
  xbar:=2*L*L/2/(2*L+h);
  ex:=L+e-xbar;
  M:=Pu*ex;
  ybar:=h/2;
  Ix:=1/12*1*power(h,3)+2*L*sqr(ybar);
  Iy:=2*(1/12*1*power(L,3)+L*sqr(L/2-xbar))+h*sqr(xbar);
  J:=Ix+Iy;
  flx:=0;
  fly:=Pu/(h+2*L);
  f2x:=M*ybar/J;
  f2y:=M*(L-xbar)/J;
  Result:=sqrt(sqr(flx+f2x)+sqr(fly+f2y));
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var a,b,c,jarak,v,s,fa,fb,fc,tol,w,rd,Rua,Rub,Ruc,
pd,pl,p,tp,Ix,Rdpl,Rdp2,Rdp,fy,fu: real;
N,i:integer;
ket : string;
begin
v:=StrToFloat(Edit1.Text);
pl:=StrToFloat(Edit2.Text);
pd:=StrToFloat(Edit3.Text);
jarak:=StrToFloat(Edit4.Text);
p:=1.2*pd+1.6*pl;
tp:=StrToFloat(Edit6.Text);
w:=strtofloat(Edit7.Text);
a:=4*w;
b:=100*w;
tol:=strtofloat(Edit_tol.Text);
N:=strtoint(Edit_N_iterasi.Text);
  if RadioGroup1.ItemIndex = 0 then
    Rd:=0.707*w*0.6*60*0.75;
  if RadioGroup1.ItemIndex = 1 then
    Rd:=0.707*w*0.6*70*0.75;
  if RadioGroup1.ItemIndex = 2 then
    Rd:=0.707*w*0.6*80*0.75;
  if RadioGroup1.ItemIndex = 3 then
    Rd:=0.707*w*0.6*90*0.75;
  if RadioGroup1.ItemIndex = 4 then
    Rd:=0.707*w*0.6*100*0.75;
  if RadioGroup1.ItemIndex = 5 then
    Rd:=0.707*w*0.6*110*0.75;
  if RadioGroup1.ItemIndex = 6 then
    Rd:=0.707*w*0.6*120*0.75;
if RadioGroup2.ItemIndex = 0 then
  begin
    fy:=36;
    fu:=58;
    Rdp1:=0.6*fy*tp;
    Rdp2:=0.45*fu*tp;
    if rdp1 < rdp2 then
      rdp:=rdp1
    else
      rdp:=rdp2;
  end;
if RadioGroup2.ItemIndex = 1 then
  begin
    fy:=50;
    fu:=65;
    Rdp1:=0.6*fy*tp;
    Rdp2:=0.45*fu*tp;
    if rdp1 < rdp2 then
      rdp:=rdp1
    else
      rdp:=rdp2;
  end;
if RadioGroup2.ItemIndex = 1 then
  begin
    fy:=50;
  end;

```

```

        fu:=65;
        Rdp1:=0.6*fy*tp;
        Rdp2:=0.45*fu*tp;
        if rdp1 < rdp2 then
            rdp:=rdp1
        else
            rdp:=rdp2;
        end;
    Edit5.Text:=FloatToStr(rdp);
    if rdp < rd then
        showmessage('Tebal Pelat atau Mutu Baja Tidak Memadai');

    Edit8.Text:=floattostr(Rd);

    Rua:=Ru(a,P,v,jarak);
    Rub:=Ru(b,P,v,jarak);
    fa:=Ru(a,P,v,jarak);
    fb:=Ru(b,P,v,jarak);
    if (fa-Rd)*(fb-Rd)<0 then
    begin
        i:=0;
        c:=(a+b)/2;
        fc:=Ru(c,P,v,jarak);

        if abs(fc-Rd)<tol then ket:='Ok' else ket:='Tdk Ok';
    Memol.Clear;
    Memol.Lines.Add('-----');
    Memol.Lines.Add(format('%5s      %10s      %10s      %10s      %10s      %10s      %10s
%10s', ['i', 'La', 'Lb', 'Lc', 'Ru(a)', 'Ru(b)', 'Ru(c)', 'cek']));
    Memol.Lines.Add('-----');
    Memol.Lines.Add(format('%5s      %10.6f      %10.6f      %10.6f      %10.6f      %10.6f      %10.6f
%10s', [inttostr(i), a, b, c, fa, fb, fc, ket]));
        Repeat
            if (fa-Rd)*(fb-Rd)>0 then a:=c else b:=c;
            i:=i+1;
            c:=(a+b)/2;

            fa:=Ru(a,P,v,jarak);
            fb:=Ru(b,P,v,jarak);
            fc:=Ru(c,P,v,jarak);
            if abs(fc-Rd)<tol then ket:='Ok' else ket:='Tdk Ok';
    Memol.Lines.Add(format('%5s      %10.6f      %10.6f      %10.6f      %10.6f      %10.6f      %10.6f
%10s', [inttostr(i), a, b, c, fa, fb, fc, ket]));
            until (abs(fc-Rd)<tol) or (i>N);
    Memol.Lines.Add('-----');
    Memol.Lines.add('');
    Memol.Lines.Add('Panjang Las Horizontal = '+floattostr(c));
        end else showmessage('Tebal Las dan Dimensi Asumsi Dirubah');

        Edit9.Text:=FloatToStr(c);
    end;
end;

```

Analisis dan Pembahasan

Data hasil proses pencarian panjang las diperlihatkan pada Gambar 8. Data ini memperlihatkan bahwa hasil akhir panjang las hanya beberapa iterasi saja yaitu 15 iterasi. Pada tahap awal iterasi ada beberapa nilai yang naik turun sebelum konvergen ke panjang las yang sebenarnya. Perbedaan turun naiknya panjang las diawal diperkirakan 20-30% terhadap angka sebelumnya akan tetapi selanjutnya terjadi konvergen diangka yang sebenarnya. Metode bagi dua cocok diterapkan pada penentuan panjang las hal ini dikarenakan ternyata metode ini terjadi konvergen ke angka yang dicari. Selain itu metode ini cocok digunakan karena metode ini termasuk metode tertutup dengan memberikan nilai awal yaitu panjang las min untuk batas bawah dan panjang las maksimum untuk batas bawah dan batas atas. Meskipun nilai awal panjang las dirubah-rubah akan tetap konvergen di panjang las disekitar 8 inchi pada kasus ini. Perubahan nilai awal sebagai data harus berada pada range angka yang sebenarnya. Data yang dihasilkan memiliki hasil yang sama (tergantung nilai toleransi yang diberikan) bila dihitung ulang secara manual hal ini menunjukkan bahwa proses perhitungan sudah benar dan penulisan algoritma program sudah benar.

| i | La | Lb | Lc | Ru (a) | Ru (b) | Ru (c) | cek |
|----|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| 0 | 1,819600 | 45,490000 | 23,654800 | 16,947131 | 2,823606 | 5,106910 | Tdk Ok |
| 1 | 1,819600 | 23,654800 | 12,737200 | 16,947131 | 5,106910 | 7,928401 | Tdk Ok |
| 2 | 1,819600 | 12,737200 | 7,278400 | 16,947131 | 7,928401 | 10,576933 | Tdk Ok |
| 3 | 7,278400 | 12,737200 | 10,007800 | 10,576933 | 7,928401 | 9,077445 | Tdk Ok |
| 4 | 7,278400 | 10,007800 | 8,643100 | 10,576933 | 9,077445 | 9,771315 | Tdk Ok |
| 5 | 7,278400 | 8,643100 | 7,960750 | 10,576933 | 9,771315 | 10,157921 | Tdk Ok |
| 6 | 7,960750 | 8,643100 | 8,301925 | 10,157921 | 9,771315 | 9,960894 | Tdk Ok |
| 7 | 7,960750 | 8,301925 | 8,131338 | 10,157921 | 9,960894 | 10,058439 | Tdk Ok |
| 8 | 7,960750 | 8,131338 | 8,046044 | 10,157921 | 10,058439 | 10,107933 | Tdk Ok |
| 9 | 7,960750 | 8,046044 | 8,003397 | 10,157921 | 10,107933 | 10,132864 | Tdk Ok |
| 10 | 8,003397 | 8,046044 | 8,024720 | 10,132864 | 10,107933 | 10,120383 | Tdk Ok |
| 11 | 8,003397 | 8,024720 | 8,014059 | 10,132864 | 10,120383 | 10,126620 | Tdk Ok |
| 12 | 8,003397 | 8,014059 | 8,008728 | 10,132864 | 10,126620 | 10,129741 | Tdk Ok |
| 13 | 8,003397 | 8,008728 | 8,006062 | 10,132864 | 10,129741 | 10,131303 | Tdk Ok |
| 14 | 8,006062 | 8,008728 | 8,007395 | 10,131303 | 10,129741 | 10,130522 | Tdk Ok |
| 15 | 8,006062 | 8,007395 | 8,006729 | 10,131303 | 10,130522 | 10,130912 | Ok |

Panjang Las Horizontal = 8,00672866210937

Gambar 8 Tabel Output dari Rekayasa Perangkat Lunak

Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini diantaranya pertama, menentukan panjang las lebih cepat dan akurat. Kedua, kesalahan hasil yang diperoleh dalam menentukan panjang las ini bisa diatur sekecil mungkin dari nilai toleransi yang diberikan. Ketiga, panjang las yang diperoleh secara umum hanya beberapakali iterasi saja. Keempat, Penerapan metode bagi dua (bisection) ini dapat digunakan dalam menentukan panjang las karena metode ini selalu konvergen ke nilai panjang las yang sebenarnya.

Daftar Pustaka

Kadir, Abdul, “Pemrograman dengan Delphi”, Erlangga, 2000
 Nasution, Amrinsyah, “Metode Numerik”, Erlangga, 1998.
 Salmon, C.G.&Johnson, J.E.,”Steel Structures : Design and Behavior.4th Ed.” , New York, 1996.
 Segui, W.T. 2003. LRFD Steel Design, 3rd ed. Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove.
 Setiawan, Agus. 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Jakarta : Penerbit Erlangga.
 Timoshenko.,& Goodier,”Theory of Elasticity”, New York, 1956