

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

1. Studi literatur

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data informasi yang berkaitan dengan *bar bending schedule* secara teori, untuk selanjutnya dijadikan dasar dalam pembuatan *bar bending schedule* dengan alat bantu (komputer). *Bar bending schedule* yang dibuat ini akan mengacu pada peraturan yang ada. Peraturan yang digunakan yaitu SNI-03-2847-2002, ACI 315-99, dan BS 8666-2005.

2. Studi lapangan

Dalam penelitian ini dilakukan observasi mengenai bahan yang akan digunakan yaitu jenis tulangan baik tulangan ulir (D) maupun tulangan polos (\emptyset) dan diameter tulangan yang tersedia di pasaran. Untuk macam-macam diameter tulangan yang ada di pasaran dapat dilihat pada lampiran 5.

3.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian pada studi ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Untuk bentuk atau pola penulangan yang akan digunakan sebagai *database* dalam program ini, diperoleh dari *American Concrete Institutions 315-99* dan *British Standard 8666:2005*, sedangkan pada SNI 03-2847-2002 tidak diperoleh secara detail mengenai bentuk atau pola penulangan. Dari pola penulangan yang ada pada ACI 315-99 dan BS 8666:2005 digabung menjadi satu dan dikombinasikan. Dari penggabungan tersebut diperoleh pola penulangan BbCd 00 s/d BbCd 320, total seluruhnya ada 321 macam pola penulangan, seperti telah dijelaskan pada Bab 2 pasal 2.6. Untuk lebih jelasnya mengenai latar belakang *American Concrete Institutions* dan *British Standart* yang digunakan untuk bentuk atau pola penulangan dapat dilihat pada lampiran 3 dan lampiran 4.
- Data-data lain yang dibutuhkan, seperti panjang penyaluran, panjang sambungan lewatan, kait dan bengkokan, serta selimut beton, seperti dijelaskan pada bab 2 pasal 2.3 s/d pasal 2.5 diambil dari ACI 315-99 dan SNI 03-2847-2002. Tetapi untuk disesuaikan dengan pemakaian di Indonesia, maka mengenai syarat-syarat di atas kecuali pola penulangan, studi ini lebih menekankan pada SNI 03-2847-2002.

3.3. Alat Penelitian

Studi ini menggunakan perangkat lunak komputer *Borland Delphi 7* dan *Microsoft Office Access* yang dioperasikan dengan *Microsoft Windows XP Professional*. *Borland Delphi 7* berfungsi untuk mengolah *database* dan menampilkan hasil akhirnya. *Microsoft Office Access* berfungsi untuk menampilkan data yang telah diproses oleh *Borland Delphi 7* dan digunakan untuk menyimpan data tersebut sehingga bila data tersebut dibutuhkan dapat dipanggil kembali untuk ditampilkan. Program yang dibuat ini kemudian diberi nama *BarBendingProgram*.

3.4. Sumber Data

Informasi yang digunakan berupa data yang berkaitan dalam pembuatan *bar bending schedule*. Dalam studi ini data yang langsung digunakan sebagai sumber teori terbanyak dalam penyusunan dan pengolahan studi ini dapat dilihat pada pasal 3.2. Sedangkan data lain yang digunakan berupa desain penulangan yang telah dibuat oleh perencana struktur. Dari data jumlah, diameter, panjang dan bentuk atau pola penulangan yang telah dibuat oleh perencana struktur tersebut, akan dibuat *bar bending schedule* untuk elemen struktur yang ada.

3.5. Database untuk BarBendingProgram

Data base *bar bending schedule* disimpan didalam *Borland Delphi 7*. Data yang dimasukkan di data base ini sesuai dengan data yang ada pada bab 2, di mana data tersebut diperlukan dalam pembuatan *bar bending schedule* ini. Dalam program *BarBendingProgram* ini, kontraktor/pengguna dapat menentukan pola penulangan yang akan dipakai sesuai dengan desain penulangan elemen struktur yang akan dikerjakan. Database yang digunakan dalam *Bar Bending Program* ini meliputi, yaitu :

1. Pola penulangan BbCd 00 s/d BbCd 320, seluruhnya ada 321 macam pola penulangan, seperti dijelaskan pada Bab 2 pasal 2.6.
2. Panjang Penyaluran, seperti dijelaskan pada Bab 2 pasal 2.5.1.
Panjang penyaluran dengan kait (ldh) dan panjang penyaluran tanpa kait (ld).
3. Panjang Sambungan lewatan (ls) , seperti dijelaskan pada Bab 2 pasal 2.5.2.
4. Selimut beton (a_1, a_2, a_3, a_4), seperti dijelaskan pada Bab 2 pasal 2.3.
5. Kait, bengkokan dan perpanjangan pada ujung bebas (lf), seperti dijelaskan pada Bab 2 pasal 2.4.
6. Tulangan
 - Jenis tulangan

Tulangan polos (\emptyset) dan tulangan deform/ulir (D)

- Diameter tulangan (lampiran 5)
- Berat besi tulangan (g)

Data-data tersebut diatas, yang disimpan sebagai *database* bertujuan untuk mempermudah pencarian data yang diperlukan dalam pembuatan *bar bending schedule* ini, sehingga pengguna tidak perlu memasukkan data tersebut diatas secara manual, melainkan pengguna dapat mengambil data yang diperlukan langsung dari *database* yang telah tersimpan, dengan cara :

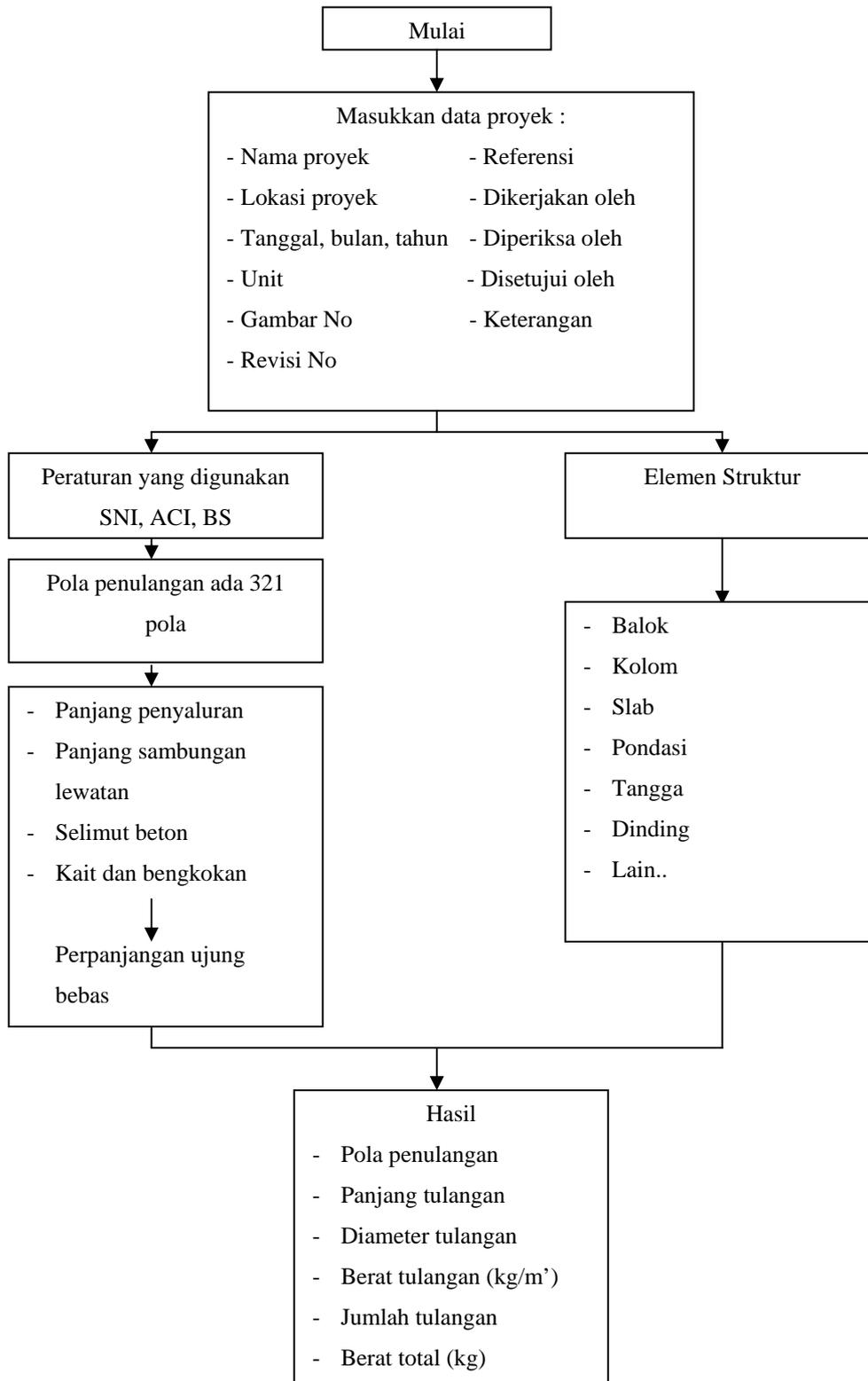
- Memasukkan data yang dibutuhkan dalam pencarian *database* tersebut, misalnya untuk memperoleh berat tulangan per m' hanya perlu memasukkan data diameter tulangan.
- Untuk menentukan selimut beton yang digunakan, pengguna hanya perlu membuka pedoman yang telah dimasukkan sebagai data base.

3.6. Pengolahan Data

Data yang perlu dimasukkan oleh pengguna pada saat memakai program *BarBendingProgram* ada 3 jenis data yang harus diisi, yaitu :

1. Data umum proyek.
2. *Database* yang digunakan.
3. Data dari setiap elemen struktur.

Untuk penjelasan lengkap mengenai 3 jenis data tersebut, dapat dilihat pada sub pasal 3.6.1.(data umum proyek), sub pasal 3.6.2.(data dari setiap elemen struktur) dan pasal 3.5. (*database* yang digunakan). Untuk lebih jelasnya secara keseluruhan dapat dilihat pada diagram alir pengolahan data input (Gambar 3.1.).



Gambar 3.1. Diagram Alir Data

3.6.1. Data Umum Proyek

Data umum proyek adalah data yang berisi informasi atau penjelasan umum mengenai proyek yang akan dikerjakan. Dimana data tersebut diperlukan dalam pembuatan *bar bending schedule*. Berikut ini merupakan data yang diperlukan sebagai data proyek, yaitu :

- Nama proyek, menunjukkan nama proyek yang dikerjakan.
- Lokasi proyek, menunjukkan lokasi proyek yang dikerjakan.
- Tanggal, bulan, tahun, menunjukkan waktu pembuatan *bar bending schedule*.
- Unit, menunjukkan elemen struktur apa yang akan dibuat *bar bending schedule* nya, misal : unit balok, unit kolom dan lain sebagainya.
- Gambar No, menunjukkan no gambar proyek sebagai acuan yang akan dibuat *bar bending schedule*.
- Revisi No, menunjukkan *bar bending schedule* yang dibuat sudah mengalami revisi.
- Referensi, menunjukkan referensi yang digunakan untuk membuat *bar bending schedule* tersebut, misal : SNI 03-2847-2002.
- Dikerjakan oleh, menunjukkan nama pembuat *bar bending schedule*.
- Diperiksa oleh, menunjukkan nama pemeriksa *bar bending schedule*.
- Disetujui oleh, menunjukkan nama orang yang mengesahkan *bar bending schedule* yang telah dibuat dan untuk selanjutnya dapat dilaksanakan di lapangan.
- Keterangan, menunjukkan hal-hal yang berkaitan dalam pembuatan *bar bending schedule* tersebut.

3.6.2. Data Elemen Struktur

Program ini akan melakukan perhitungan panjang tulangan, berat tulangan dan banyaknya kebutuhan tulangan pada elemen struktur dibawah ini, yaitu:

- Balok
- Tangga
- Kolom
- Dinding
- Plat
- Lain
- Pondasi

Beberapa data yang dibutuhkan untuk menghitung penulangan pada setiap elemen struktur yang telah disebutkan diatas, yaitu :

- Dimensi elemen struktur.
- Bentang atau tinggi dari elemen struktur.
- Tulangan, ada 2 jenis yaitu :

Tulangan longitudinal, tulangan sengkang dan tulangan samping, masing-masing mempunyai syarat sebagai berikut :

- Diameter tulangan longitudinal (d_b), diameter tulangan sengkang (d_s), diameter tulangan samping (d_p).
- Mutu beton (f_c') : kuat tekan beton dengan kokoh tekan silinder.
- Mutu baja (f_y) : batas leleh mutu baja.
- Pola penulangan ($BbCd$).
- Jumlah banyak tulangan (n) yang sejenis.
- Tebal selimut beton (a_1, a_2, a_3, a_4).
- Panjang penyaluran dengan kait (l_{dh}) dan panjang penyaluran tanpa kait (l_d)
- Panjang Sambungan lewatan (l_s)
- Kait dan bengkokan, serta perpanjangan ujung bebas (l_f)

Dari data yang dibutuhkan, serta syarat-syarat yang ada, tidak semua elemen struktur memerlukan semua syarat yang ada di atas. Untuk lebih jelasnya mengenai syarat-syarat yang diperlukan oleh elemen struktur dalam pembuatan *bar bending schedule* dapat dilihat pada Tabel 3.1. dibawah ini.

Tabel 3.1 Matrix elemen struktur dan syarat penulangan

Elemen Struktur Syarat	Balok	Kolom	Slab	Pondasi	Tangga	Dinding	Lain
Tul longitudinal	•	•	•	•	•	•	•
Tul. sengkang	•	•					•
Tul. samping	•						
P. Penyaluran	•	•	•		•	•	•
P. Sambungan lewatan	•	•	•	•	•	•	•
Selimut Beton	•	•	•	•	•	•	•
Kait dan bengkokan	•	•	•	•	•	•	•

Kemudian dari data yang dapat dilihat pada Tabel 3.1, akan diproses di dalam lembar tersendiri yaitu *Microsoft Office Access*. Dimana setiap elemen struktur mempunyai susunan yang berbeda dalam tampilannya di *Microsoft Office Access*. Hal ini akan mempermudah pengguna/kontraktor dalam menggunakan *BarBending Program*.

Untuk lebih jelasnya mengenai data yang diperlukan pada pembuatan *bar bending schedule* secara umum dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Data *Bar Bending Schedule* secara umum

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No	bb (mm)	hb (mm)	bc (mm)	hc (mm)	Lx (mm)	Ly (mm)	Lnx (mm)	Lny (mm)	Ltx (mm)	Lty (mm)	bf (mm)

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
hf (mm)	ltx (mm)	lty (mm)	bt (mm)	ht (mm)	bw (mm)	hw (mm)	bw1 (mm)	hw1 (mm)	L1 _{balok} (mm)	Ln1 _{balok} (mm)

24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Lt _{balok} (mm)	T1 _{kolom} (mm)	ts (mm)	tf (mm)	tp (mm)	tt (mm)	Tw (mm)	Tw1 (mm)	t (mm)	fc' (Mpa)	fy (Mpa)

35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
∅ (mm)	D (mm)	a1 (mm)	a2 (mm)	a3 (mm)	a4 (mm)	ld (mm)	ldh (mm)	ls (mm)	k1 (mm)	k2 (mm)	R (mm)

47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
lf1 (mm)	lf2 (mm)	Kode	Ilustrasi (Pola Penulangan)	(A) (mm)	(B) (mm)	(C) (mm)	(D) (mm)	(E) (mm)	(F) (mm)

56	57	58	59	60
L (mm)	g (kg/m')	N unit	W (kg)	Keterangan

Tabel 3.3. Notasi *bar bending schedule* secara umum

Notasi	Keterangan
bb	lebar penampang balok
hb	tinggi penampang balok
bc	lebar penampang kolom
hc	tinggi penampang kolom
Lx	bentang slab arah x
Ly	bentang slab arah y

Tabel 3.3. Notasi *bar bending schedule* secara umum (lanjutan)

Notasi	Keterangan
Lnx	bentang bersih slab arah X
Lny	bentang bersih slab arah Y
Ltx	bentang total slab arah X dalam 1 as
Lty	bentang total slab arah Y dalam 1 as
bf	lebar penampang pondasi
hf	panjang penampang pondasi
ltx	bentang plat tangga arah X
lty	bentang plat tangga arah Y
bt	lebar anak tangga
ht	panjang anak tangga
bw	lebar dinding bagian luar
hw	panjang dinding bagian luar
bw1	lebar dinding bagian dalam
hw1	panjang dinding bagian dalam
L1 _{balok}	bentang 1 balok dari as ke as
Ln1 _{balok}	bentang bersih 1 balok
Lt _{balok}	bentang total balok 1 as
T1 _{kolom}	tinggi kolom
ts	tebal slab
tf	tebal pondasi
tp	tebal plat tangga
tt	tebal anak tangga
Tw	tinggi dinding bagian luar
Tw1	tinggi dinding bagian dalam
t	tebal dinding
fc'	mutu beton
fy	mutu baja
∅	tulangan polos
D	tulangan ulir
a1, a2, a3, a4	selimut beton
ld	panjang penyaluran tanpa kait
ldh	panjang penyaluran dengan kait
ls	panjang sambungan lewatan
k1	panjang kait 1
k2	panjang kait 2
R	jari-jari bengkokan
lf1	perpanjangan pada ujung bebas 1
lf2	perpanjangan pada ujung bebas 2

Tabel 3.3. Notasi *bar bending schedule* secara umum (lanjutan)

Notasi	Keterangan
kode (A), (B), (C), (D), (E), (F)	kode atau nomer BbCd yang digunakan dimensi bengkokan
L	Panjang tulangan
g	Berat tulangan per m'
N	Banyak tulangan dalam 1 pola tulangan
W	Berat total tulangan

3.7. Hasil Akhir

Hasil akhir dari pengolahan data berupa diameter tulangan (\emptyset atau D), pola penulangan yang digunakan, berat tulangan per m' (g), panjang tulangan (L), jumlah tulangan (N) dan berat total tulangan (W).