

ACI CONCRETE DESIGN FOR SAP90

SAPCON

VERSION 5.20

TUTORIAL

Desain Penampang Struktur Beton
dengan SAPCON.

**Contoh Aplikasi SAPCON untuk
Struktur Frame 2D.**

Editor

**Hanggoro Tri Cahyo
Arnida Ambar Cahyati**

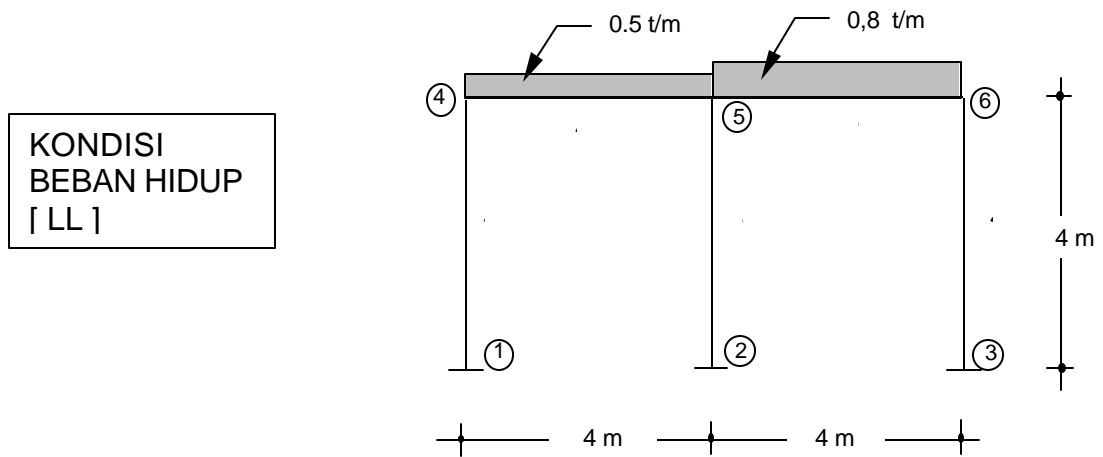
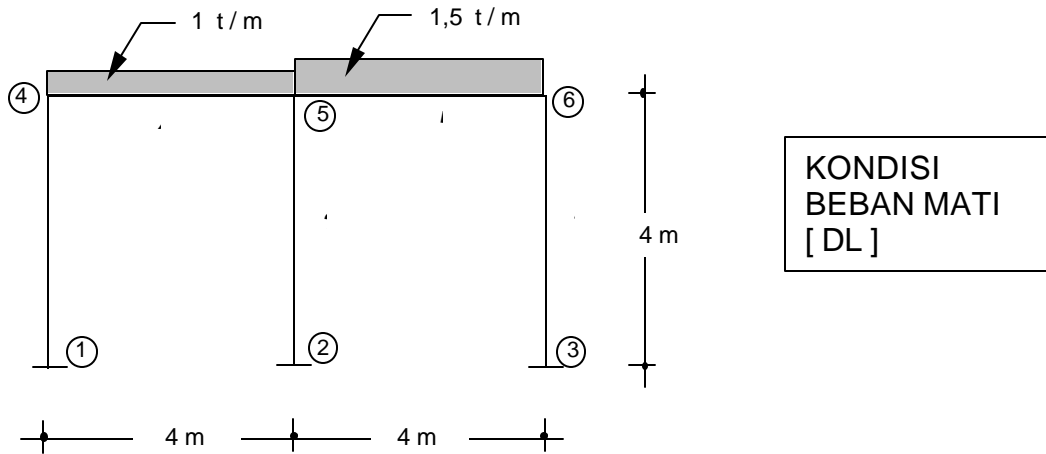
Biro Pengembangan Profesionalisme Sipil
Himpunan Mahasiswa Sipil
Universitas Diponegoro

<http://www.bpps.ourfamily.com>

E-mail : wr-hangs@semarang.wasantara.net.id

Contoh Aplikasi SAPCON untuk Struktur Frame 2D

DATA STRUKTUR



ELEMENT	DIMENSI
1,2,3	Kolom 25/25
4,5	Balok 20/35

Jika di tentukan mutu bahan,

Mutu Beton K-225 atau $f'c = 0.83 * 225 = 186.75 \text{ kg/cm}^2$

Mutu Baja $f_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Mutu Baja Sengkang $f_{yv} = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Catatan : Berat sendiri element belum masuk dalam kondisi Beban

Mati [DL], Kombinasi beban $U = 1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL}$

Ebeton = $4700 \sqrt{f'c}$ [dalam Mpa]

1 Mpa = 10 kg/cm^2

Hitung penampang balok dan kolom struktur rumah beton bertulang tersebut !

BLOK DATA SAP90

Dalam pembuatan blok data SAP90 perlu diperhatikan satuan atau units yang akan di pilih. Di Indonesia sering digunakan satuan **kg-m** atau **kN-m**. Selain itu orientasi sumbu global yang sejajar arah gravitasi adalah sumbu Z, dan kombinasi beban hendaknya di letakan pada blok SAPCON. Penambahan joint diantara ujung-ujung elemen balok atau kolom harus dihindari karena SAPCON akan sekaligus mengecek perlu tidaknya pembesaran momen pada kolom.

Blok data SAP90 dibawah ini dinamai dengan file **sapweb2**.

Tentukan juga nomor kondisi beban mati adalah 1 dan nomor kondisi beban hidup adalah 2.

```
ANALISIS STRUKTUR FRAME 2D - [Y-Z] UNITS KG,M
SYSTEM
L=2 : ADA 2 KONDISI PEMBEBANAN
RESTRAINTS
1 6 1 R=1,0,0,0,1,1
1      R=1,1,1,1,1,1 : TUMPUAN JEPIT
2      R=1,1,1,1,1,1 : TUMPUAN JEPIT
3      R=1,1,1,1,1,1 : TUMPUAN JEPIT
JOINTS
1 Y=0   Z=0
3 Y=8   Z=0   G=1,3,1
4 Y=0   Z=4
6 Y=8   Z=4   G=4,6,1
FRAME
NM=2 NL=4 Z=-1,0 : BERAT SENDIRI MASUK KONDISI 1 [ DL ]
C KARAKTERISTIK ELEMENT
1 SH=R T=0.25,0.25 E=2.03E9 W=0.25*0.25*2500 : KOLOM 25/25
2 SH=R T=0.35,0.20 E=2.03E9 W=0.35*0.20*2500 : BALOK 20/35
```

C POLA PEMBEBANAN ELEMEN
 1 WL=0,-1000,0 : POLA BEBAN 1 KONDISI BEBAN MATI
 2 WL=0,-1500,0 : POLA BEBAN 2 KONDISI BEBAN MATI
 3 WL=0,-500,0 : POLA BEBAN 1 KONDISI BEBAN HIDUP
 4 WL=0,-800,0 : POLA BEBAN 2 KONDISI BEBAN HIDUP
 C ELEMENT FRAME
 1 1 4 M=1 G=2,1,1,1 LP=3,0 : ELEMEN KOLOM 1,2,3
 4 4 5 M=2 NSL=1,3 LP=3,0 : ELEMEN BALOK 4
 5 5 6 NSL=2,4 LP=3,0 : ELEMEN BALOK 5

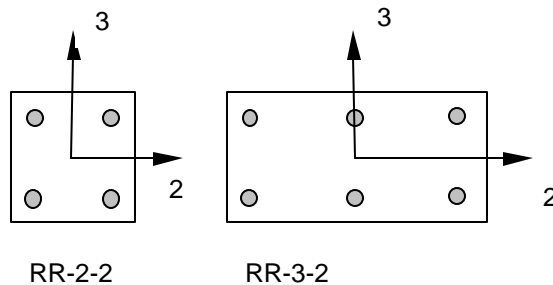
NOTASI BLOK DATA SAPCON

BLOK CONTROL

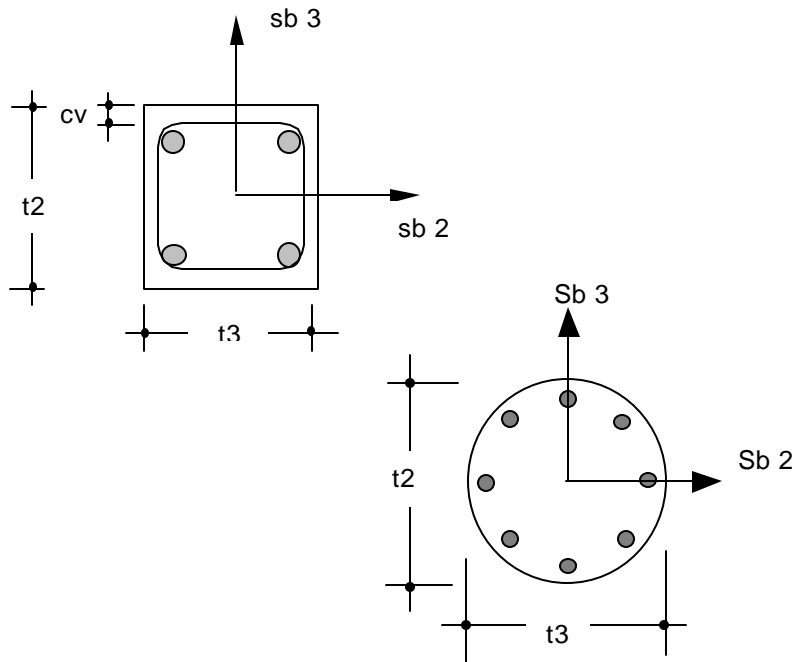
IL	Nomor kondisi beban mati pada SAP90	1
	Nomor kondisi beban hidup pada SAP90	2
IC	Jumlah kurva diagram interaksi P-M	7
	Jumlah data pembentuk satu diagram	21
	Apakah data interaksi P-M di tampilkan	tidak = 0
IU	Satuan MKS	M

BLOK SECTION KOLOM

MN	Jenis material	Beton = C
SH	Penampang	Kolom = C
E	Modulus Elastisitas Beton	$4700 \sqrt{f'c}$
F	Mutu bahan beton dan tulangan	$f_y, f'c, f_{yv}$
IS	Susunan tulangan dalam penampang	



T	Dimensi penampang dan selimut beton	t_2, t_3, c_v
----------	-------------------------------------	-----------------

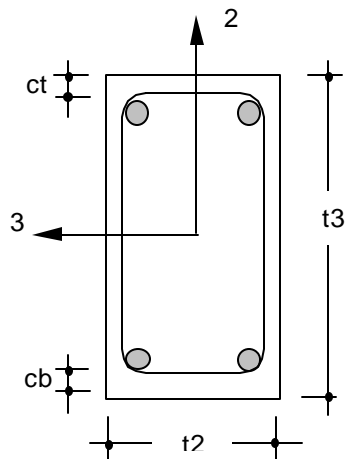


CC-8

- A Luas penampang 1 buah tulangan $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
 d = diameter tulangan

BLOK SECTION BALOK

- MN** Jenis material Beton = C
SH Penampang Balok = B
E Modulus Elastisitas Beton $4700 \sqrt{f'c}$
F Mutu bahan beton dan tulangan $f_y, f'c, f_{yv}$
T Dimensi panampang, selimut beton $t_3, t_2, c_t, c_b, 0, 0$



BLOK DATA SAPCON

Blok data SAPCON dibawah ini dinamai dengan file **conweb2**.

```
DESAIN ELEMEN PORTAL2
CONTROL
IL=1,2 IC=7,21,1 IU=M
COMBO
1 C=1.2,1.6
SECTIONS
1 MN=C SH=C E=2.03E9 F=24000000,1867500,24000000 \
  IS=RR-2-2 T=0.25,0.25,0.04 A=0.00020
2 MN=C SH=B E=2.03E9 F=24000000,1867500,24000000 \
  T=0.35,0.2,0.03,0.03,0,0
```

Perlu di ingat, faktor reduksi kekuatan bahan (ϕ) dalam SAPCON adalah berdasarkan peraturan ACI sehingga perlu dikoreksi terhadap peraturan SNI92.

Faktor reduksi berdasarkan ACI

Strength reduction factor PB	0.9
Strength reduction factor PS	0.85
Strength reduction factor PC	0.7
Strength reduction factor PCS	0.75

Faktor reduksi berdasarkan SNI92

Untuk beban lentur tanpa gaya aksial	0.8
Untuk gaya aksial tarik dan gaya aksial tarik dengan lentur	0.8
Untuk gaya aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	0.65
Untuk gaya geser dan torsi	0.6

Dalam contoh perhitungan ini input mutu bahan $f'c, f_y$ dan f_{yv} belum dikoreksi nilainya terhadap SNI92.

CARA MENJALANKAN SAPCON

Setelah file SAPWEB2 (Blok data SAP90) dan CONWEB (Blok data SAPCON) telah selesai di buat, jalankan terlebih dahulu SAP90 untuk menghitung gaya-gaya yang bekerja pada element. Hal ini disebabkan SAPCON hanya bekerja sebagai post-processor SAP90. Cara menjalankan SAP90 sudah dibahas pada materi tutorial sebelumnya.

LANGKAH 1

Jalankan program SAPCON dengan mengetik perintah

```
C:\SAPCON
```

Kemudian logo SAPCON akan tampil sebelum proses penginputan kedua file tersebut. Setelah muncul logo kemudian tekan **Enter**.

```

          $$$$$$          $$$$$$          $$$$$$          $$$$$$          $$$$$$          $$          $$
        $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$          $$
      $$              $$          $$          $$          $$          $$          $$          $$          $$
    $$$$              $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$
  $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$          $$$
    $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$
  $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$
$$$$$$$$$$      $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$
$$$$$$$$$$      $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$          $$$

```

ACI CONCRETE DESIGN FOR SAP90

VERSION 5.20

Copyright (C) 1986-1990
ASHRAF HABIBULLAH AND EDWARD L. WILSON

All rights reserved

LANGKAH 2

Masukan file blok data SAP90 dan SAPCON yang telah dibuat.

```
ENTER "SAPCON" INPUT DATA FILE NAME  
CONWEB2
```

Kemudian tekan **Enter** lagi.

```
ENTER "SAP90" INPUT DATA FILE NAME  
SAPWEB2
```

SAPCON akan menginformasikan file yang akan dibentuk dalam proses perhitungan.

```
SAPCON INPUT FILE ----- CONWEB  
  
SAP90 INPUT FILE ----- SAPWEB2  
  
DESIGN OUTPUT FILE ----- CONWEB.CON  
  
INTERACTION CURVE OUTPUT FILE---- CONWEB.COL
```

Proses ini dilanjutkan dengan proses perhitungan berdasarkan ACI-89 dengan urutan langkah sebagai berikut,

```
READING COMBO DATA  
  
READING SECTION PROPERTY DATA  
  
GENERATING MOMENT INTERACTION CURVES FOR COLUMNS  
  
FORMING ELEMENT FORCE LOAD COMBINATIONS  
  
FRAME ELEMENT ID      5                5 ELEMENTS PROCESSED  
  
INTERACTION CHECK OF COLUMN-TYPE ELEMENTS  
  
FRAME ELEMENT ID      5                5 ELEMENTS PROCESSED  
  
SHEAR DESIGN OF COLUMN-TYPE ELEMENTS  
  
FRAME ELEMENT ID      5                5 ELEMENTS PROCESSED  
  
FLEXURAL AND SHEAR DESIGN OF BEAM-TYPE ELEMENTS  
  
FRAME ELEMENT ID      5                5 ELEMENTS PROCESSED
```

CARA MEMBACA HASIL SAPCON

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menganalisa hasil perhitungan SAPCON dan menghitung jumlah tulangan terpasang akan disisipkan diantara output file **conweb2.con**.

Karena pemilihan units adalah MKS maka hasil dalam file **conweb2.con** gaya yang bekerja dinyatakan dalam satuan ton dan meter. Semua luas tulangan baja yang didapat dari perhitungan dinyatakan dalam cm², dan tulangan geser dinyatakan dalam cm² permeter panjang.

Catatan : Jika struktur dimodelkan sebagai Frame 3D, pengguna harus mengecek kembali penampang terhadap momen torsi yang bekerja, karena SAPCON tidak menghitung jumlah tulangan torsi yang dibutuhkan.

PAGE 1

PROGRAM:SAPCON/FILE:conweb2.CON

DESAIN ELEMEN PORTAL2

C O N T R O L D A T A

EXECUTION MODE	0
SAP90 DEAD LOAD CONDITION NUMBER	1
SAP90 LIVE LOAD CONDITION NUMBER	2
ELEMENT PRINT SUPPRESSION FLAG	0
NUMBER OF INTERACTION CURVES	7
NUMBER OF POINTS PER CURVE	21
CURVE PRINT SUPPRESSION FLAG	1
UNITY MOMENT MAGNIFICATION FLAG	0
UNITY K-FACTOR FLAG	0
TYPE OF UNITS	M
COLUMN PRINT SUPPRESSION FLAG	1
BEAM PRINT SUPPRESSION FLAG	0
DYNAMIC AXIAL LOAD COMBINATION FLAG	0
STRENGTH REDUCTION FACTOR PB	.9000
STRENGTH REDUCTION FACTOR PS	.8500
STRENGTH REDUCTION FACTOR PC	.7000
STRENGTH REDUCTION FACTOR PCS	.7500
INTERACTION CAPACITY RATIO CUTOFF	.0005

DESAIN ELEMEN PORTAL2

LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

COMBINATION	CONDITION	FACTOR
1	1	1.200
	2	1.600

DESAIN ELEMEN PORTAL2

SECTION PROPERTY DATA

COLUMN-TYPE SECTION PROPERTIES

PROP ID	SECTION TYPE	SECTION SHAPE	DIMENSION T3	DIMENSION T2	CONCRETE COVER	BAR AREA
1	C	RR-2-2	.2500	.2500	.04000	.000200

DESAIN ELEMEN PORTAL2

SECTION PROPERTY DATA

BEAM-TYPE SECTION PROPERTIES

PROP ID	SECTION TYPE	DEPTH T3	WIDTH T2	TOP COVER	BOTTOM COVER	SLAB THICK	SLAB WIDTH
2	B	.3500	.2000	.03000	.03000	.00000	.00000

DESAIN ELEMEN PORTAL2

MATERIAL PROPERTY DATA

PROP ID	MATERIAL TYPE	MODULUS E	YIELD STRENGTH FY	YIELD STRENGTH FC	YIELD STRENGTH FYS	YIELD STRENGTH FCS
1	C	.2030E+10	.240E+08	.187E+07	.240E+08	.187E+07
2	C	.2030E+10	.240E+08	.187E+07	.240E+08	.187E+07

DESAIN ELEMEN PORTAL2

FRAME ELEMENT DESIGN DATA

ELT ID	ELT TYPE	PROP ID	FACTOR K33	FACTOR K22	FACTOR FOR L33	FACTOR FOR L22	COEFF CM33	COEFF CM22	FACTOR LLRF
1	1	1	1.233	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	1	1	1.195	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	1	1	1.233	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	1	2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
5	1	2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

DESAIN ELEMEN PORTAL2

S A P 9 0 F R A M E E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	ELEMENT LENGTH
1	1	4	4.000
2	2	5	4.000
3	3	6	4.000
4	4	5	4.000
5	5	6	4.000

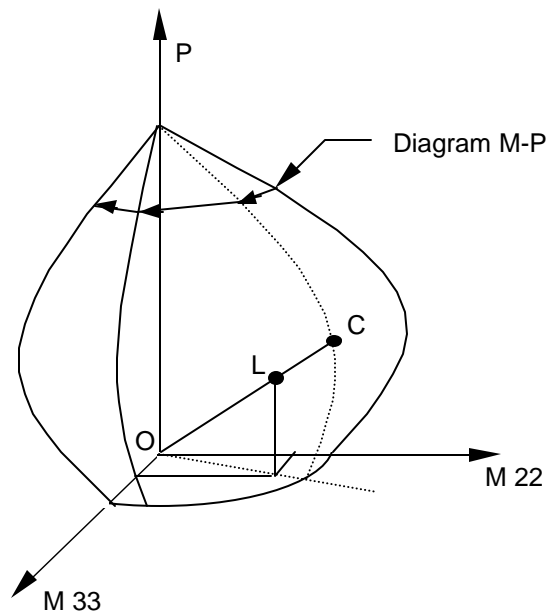
DESAIN ELEMEN PORTAL2

INTERACTION CHECK OF COLUMN-TYPE ELEMENTS

ELEM ID	STATN LOC	RATIO <LC>	<---DESIGN POINT--->			<DESIGN FACTORS>			<--FAILURE POINT-->		
			P	M33	M22	PHI	D33	D22	PC	MC33	MC22
1	.0	.15 < 1>	5	1	0	.83	1.08	1.00	31	4	0
	4.0	.40 < 1>	5	1	0	.83	1.08	1.00	12	3	0
2	.0	.21 < 1>	19	1	0	.70	1.37	1.00	88	3	0
	4.0	.26 < 1>	19	1	0	.70	1.37	1.00	72	4	0
3	.0	.23 < 1>	8	1	0	.80	1.14	1.00	34	4	0
	4.0	.76 < 1>	8	2	0	.80	1.14	1.00	10	3	0

STATN LOC adalah lokasi yang ditinjau

RATIO adalah ratio OL / OC nilainya harus kurang dari 1



DESAIN ELEMEN PORTAL2

SHEAR DESIGN OF COLUMN-TYPE ELEMENTS

ELEM ID	SECTION T3 X T2	SIZE	SECTION SHAPE	STATN LOC	<SHEAR ALONG AV>	2-2 AXIS COMB V22	2-2 AXIS PU	<SHEAR ALONG AV>	3-3 AXIS <LC> V33	3-3 AXIS PU
1	.25 X .25	RR-2-2	RR-2-2	.0	.00 < 1>	1	4	.00 < 1>	1	4
				4.0	.00 < 1>	1	4	.00 < 1>	1	4
2	.25 X .25	RR-2-2	RR-2-2	.0	.00 < 1>	2	13	.00 < 1>	2	13
				4.0	.00 < 1>	2	13	.00 < 1>	2	13
3	.25 X .25	RR-2-2	RR-2-2	.0	.00 < 1>	1	6	.00 < 1>	1	6
				4.0	.00 < 1>	1	6	.00 < 1>	1	6

AV Shear along 2-2 axis dan AV Shear along 3-3 axis adalah luas tulangan sengkang minimum yang harus terpasang. Carilah nilai yang terbesar, kemudian hitung dengan cara,

$$100 \times A_s / S = A_v / N$$

dengan, N = jumlah kaki

$$A_s = \text{luas 1 penampang tulangan [cm}^2\text{]} \\ = \frac{1}{4} \pi d^2$$

d = diameter tulangan sengkang [cm]

S = jarak sengkang [cm]

A_v = luas total tulangan sengkang hasil SAPCON [cm²]

Jika A_v = 0, maka digunakan sengkang praktis.

DESAIN ELEMEN PORTAL2

FLEXURAL AND SHEAR DESIGN OF BEAM-TYPE ELEMENTS

ELEM ID	SECTION DEPTH X WIDTH	SIZE	STATN LOC	<-----REQUIRED REINFORCING----->			<-DESIGN FORCES->		
				TOP <LC>	BOT <LC>	SHR <LC>	-M33	+M33	V22
4	.35 X .20		.0	3.75 < 1>	3.75 < 1>	3.00 < 1>	1	1	6
			1.0	3.75 < 1>	3.75 < 1>	5.65 < 1>	1	2	4
			2.0	3.75 < 1>	3.75 < 1>	5.07 < 1>	1	2	3
			3.0	3.75 < 1>	3.75 < 1>	2.42 < 1>	1	1	6
			4.0	7.21 < 1>	3.75 < 1>	5.80 < 1>	5	2	8
5	.35 X .20		.0	8.10 < 1>	3.84 < 1>	9.33 < 1>	5	3	10
			1.0	3.75 < 1>	3.75 < 1>	4.29 < 1>	1	1	7
			2.0	3.75 < 1>	5.08 < 1>	5.29 < 1>	1	3	3
			3.0	3.75 < 1>	3.86 < 1>	7.60 < 1>	1	3	5
			4.0	3.75 < 1>	3.75 < 1>	6.60 < 1>	1	1	8

STATN LOC adalah lokasi yang ditinjau

Required Reinforcing adalah luas tulangan minimum terpasang

Top adalah luas tulangan atas minimum terpasang [cm²]

Bot adalah luas tulangan bawah minimum terpasang [cm²]

$$\text{Jumlah tul atas} = \text{Top} / \text{As}$$

$$\text{Jumlah tul bawah} = \text{Bot} / \text{As}$$

dengan, N = jumlah kaki

As = luas 1 penampang tulangan [cm²]

$$= \frac{1}{4} \pi d^2$$

d = diameter tulangan [cm]

Shr adalah luas tulangan sengkang minimum terpasang [cm²]

$$100 \times \text{As} / \text{S} = \text{SHR} / \text{N}$$

dengan, N = jumlah kaki

As = luas 1 penampang tulangan [cm²]

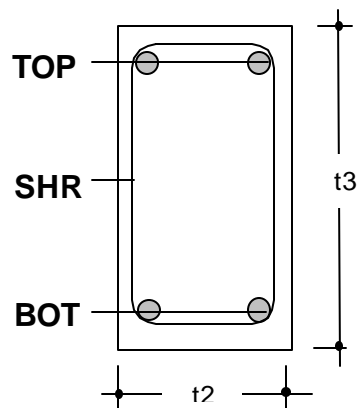
$$= \frac{1}{4} \pi d^2$$

d = diameter tulangan sengkang [cm]

S = jarak sengkang [cm]

SHR = luas total tulangan sengkang hasil SAPCON [cm²]

Jika Av = 0, maka digunakan sengkang praktis.



Contoh
sengkang dua kaki