

Rancang Bangun Alat Bending Senggang pada Kolom Skala Laboratorium

Lovely Son^{1,*}), Fendra Satria¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email: lovelyson@ft.unand.ac.id^{*)}

Abstrak

Kolom disusun oleh beberapa buah senggang yang membentuk suatu pola pada struktur bangunan. Pada sebagian besar proses pembangunan di Indonesia, pembuatan senggang untuk kolom dilakukan secara manual. Kondisi ini menyebabkan waktu pembuatannya menjadi lebih lama serta dibutuhkan tenaga ekstra untuk pembuatannya. Saat ini, mesin pembuat senggang otomatis telah banyak dijual di pasaran, akan tetapi harganya masih cukup mahal karena menggunakan mesin yang diimport dari luar negeri. Berdasarkan kondisi tersebut, pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan alat yang dapat digunakan untuk mempercepat proses pembuatan senggang dengan memanfaatkan mekanisme pengungkit sederhana. Perancangan alat difokuskan pada beberapa elemen kritis pada sistem seperti perancangan poros tumpuan. Selanjutnya dilakukan pembuatan alat berdasarkan hasil rancangan yang telah dibuat. Dari hasil pengujian waktu pengerjaan senggang menggunakan alat yang dikembangkan diperoleh waktu rata-rata pembuatan lima senggang sebesar 28 detik, sedangkan jika menggunakan cara konvensional/manual diperoleh waktu rata-rata sebesar 31,48 detik. Berdasarkan hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa pembuatan senggang dengan menggunakan alat bending senggang yang dikembangkan dapat menghemat waktu produksi.

Keywords: senggang, perancangan poros, efisiensi alat, mekanisme pengungkit

Abstract

Column usually composed of several cross bar that forms a pattern on the structure. In most of the building development process in Indonesia, the cross bar manufacturing for columns is done manually. This condition causes the production time becomes longer and the extra energy required for this process. Currently, automatic cross bar making machine has been widely sold in the market, but the price is still quite expensive because it uses imported machine from abroad. Based on this condition, this research develops a simple machine using lever mechanism for cross bar making machine. The design of the machine is focused to the several critical elements such as pedestal shaft. The experimental results show that the production time of cross bar using the proposed methods is lower than those obtained using conventional method.

Keywords: cross bar, shaft design, the efficiency of the tool, a simple lever mechanism.

1. Pendahuluan

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan. Kondisi ini menjadikan kegagalan pada suatu kolom sebagai penyebab utama runtuhnya (*collapse*) lantai bangunan. Lebih jauh lagi, kegagalan pada struktur kolom juga menyebabkan fenomena runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur. SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom sebagai suatu komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang sekurang-kurangnya tiga kali dimensi lateral terkecil [1].

Kolom disusun oleh beberapa buah sengkang yang membentuk suatu pola pada struktur. Dalam pembuatan sengkang dilakukan proses bending. Bending merupakan suatu proses pembengkokan terhadap suatu material menjadi bentuk yang diinginkan. Pada sebagian besar proses pembangunan di Indonesia, pembuatan sengkang untuk kolom dilakukan secara manual. Hal ini menyebabkan waktu pembuatan sengkang menjadi lebih lama serta dibutuhkan tenaga ekstra untuk pembuatannya. Walaupun mesin pembuat sengkang otomatis telah banyak dijual dipasaran, tetapi harganya masih cukup mahal karena menggunakan mesin yang diimpor dari luar negeri. Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan alat bantu yang digunakan untuk membuat sengkang. Alat yang dikembangkan ini bekerja berdasarkan prinsip mekanisme pengungkit sederhana. Perbedaan prinsip kerja alat yang dikembangkan dengan alat konvensional adalah pada proses pengerjaannya yang kontinu mulai dari proses pemotongan sampai proses bending.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Teori Dasar Bending

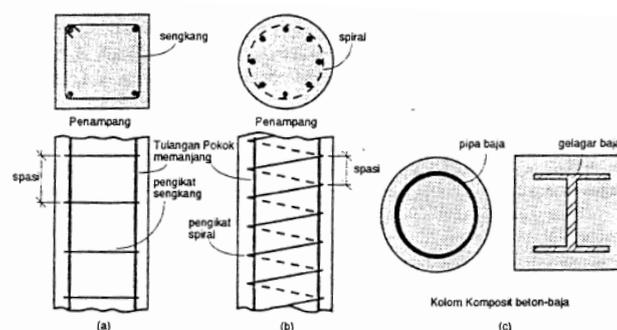
Bending adalah proses deformasi plastik dari logam terhadap sumbu linier dengan sedikit atau hampir tidak mengalami perubahan luas permukaan. Sepotong besi dapat dibending dengan menggunakan mesin *press*. Proses bending ini biasanya memakai *die* berbentuk pola V, U, W atau pola lainnya. Proses bending menyebabkan logam yang berada pada sisi luar sumbu netral mengalami tarikan, sedangkan pada sisi lainnya mengalami tekanan.

2.2 SNI Beton untuk Kolom

SK SNI T-15-1991-03 memberikan definisi, kolom sebagai suatu komponen struktur bangunan yang menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil[1].

Secara garis besar ada tiga jenis kolom beton bertulang, seperti yang terlihat pada Gambar 1.

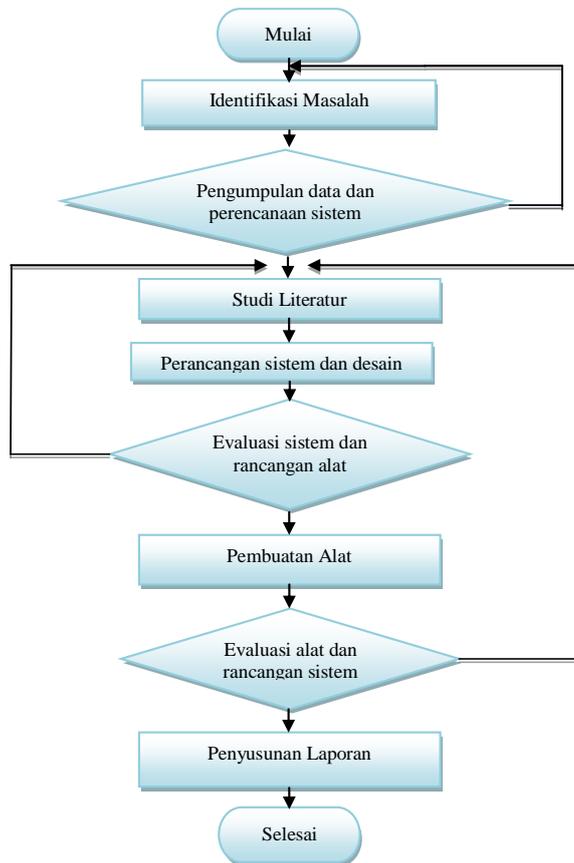
1. Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral (Gambar 1a). Kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral.
2. Kolom menggunakan spiral (Gambar 1b). Bentuknya sama dengan kolom jenis pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan di sekeliling kolom membentuk *heliks* menerus di sepanjang kolom.
3. Struktur kolom komposit seperti tampak pada Gambar 1c. merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat pada arah memanjang dengan baja profil atau pipa dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang[1].



Gambar 1. Jenis-jenis kolom beton bertulang[1]

3. Metodologi

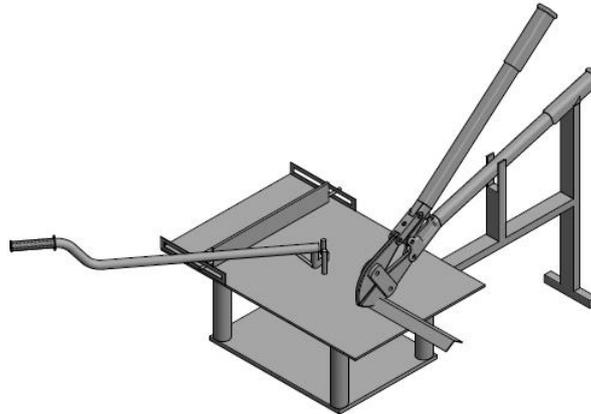
Pada Gambar 2 diperlihatkan langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan dan pembuatan alat bending sengkang. Pada tahap awal dilakukan identifikasi masalah. Selanjutnya data-data lapangan yang berhubungan dengan proses bending sengkang secara manual dikumpulkan. Disamping itu, juga dilakukan studi literatur untuk mengetahui teknik pembengkokkan logam. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem bending. Evaluasi selanjutnya dilakukan untuk melihat efektifitas alat yang telah dirancang. Jika evaluasi memuaskan maka selanjutnya dilakukan pembuatan alat. Setelah pembuatan, dilakukan kembali evaluasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir perancangan

4. Perancangan Sistem

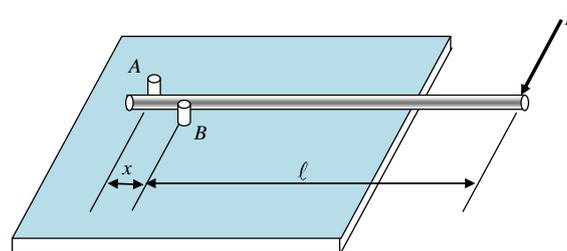
Pada Gambar 3 diperlihatkan hasil rancangan tiga dimensi (3D) sistem mekanik alat bending yang dibuat menggunakan *software* Cad/Cam AutoCad inventor[3]. Sistem mekanik ini terdiri dari rangka alat, besi penumpu, gunting pemotong, mekanisme pengungkit sederhana untuk proses bending dan *stopper* sebagai pengatur ukuran sengkang.



Gambar 3. Gambar 3D alat yang dirancang

4.1 Analisis Kekuatan Besi Tumpuan

Dalam pembuatan alat bending sengkang, terdapat beberapa bagian kritis yang mengalami pembebanan yang cukup besar. Salah satu komponen kritis adalah besi tumpuan. Besi tumpuan merupakan dua buah poros besi yang berjarak x dan berfungsi sebagai penumpu besi batangan yang akan dibengkokkan. Dalam proses pembengkokkan sengkang, suatu gaya P yang berjarak ℓ dari tumpuan B diberikan pada besi batangan. Pada Gambar 4 diperlihatkan mekanisme dalam proses bending pada besi batangan.



Gambar 4. Mekanisme Proses Bending

Besi batangan yang akan dibending adalah jenis baja karbon rendah AISI 1035 dengan kekuatan luluh $\sigma_y = 440$ Mpa. Agar besi batangan bisa dibengkokkan maka tegangan normal bending yang terjadi di tumpuan B harus sama dengan tegangan luluh material. Hubungan tegangan normal bending dan momen yang bekerja di titik B diberikan oleh[2]:

$$\sigma_y = \frac{M \cdot c}{I}$$

dimana:

$$I = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^4 \quad (1)$$

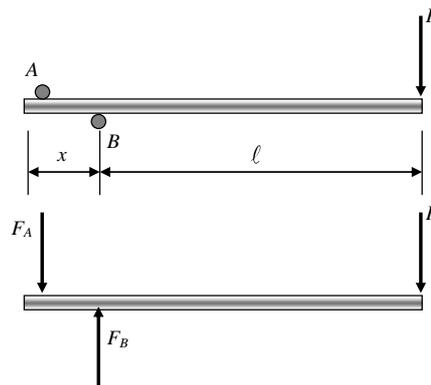
Momen M pada tumpuan B dalam proses bending, dapat dihitung dari

$$M = P \cdot \ell \quad (2)$$

Dengan menggunakan hasil dari persamaan (1) dan (2) maka dapat dihitung gaya minimum P yang digunakan untuk membengkokkan besi batangan, yaitu:

$$P = \frac{\sigma_y \cdot I}{\ell \cdot c} \quad (3)$$

Berdasarkan data dimensi alat yang dirancang dimana $\ell = 677$ mm, $c = 4$ mm dan $I = 3215.36$ mm⁴ maka diperoleh harga gaya minimum sebesar $P = 243.40$ N



Gambar 5. Diagram benda bebas

Pada Gambar 5 diperlihatkan gaya-gaya luar yang bekerja pada besi batangan selama proses bending. Dengan menggunakan hukum keseimbangan gaya dan momen pada besi batangan maka gaya reaksi F_A dan F_B dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sum M_B &= 0 \\ (P\ell) - F_A \cdot x &= 0 \\ F_A &= \frac{P \cdot \ell}{x}\end{aligned}\quad (4)$$

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ P + F_A - F_B &= 0 \\ F_B &= P + F_A \\ P \left(1 + \frac{\ell}{x}\right)\end{aligned}\quad (5)$$

Berdasarkan hasil pada persamaan (4) dan (5) terlihat bahwa gaya F_B lebih besar dari F_A , sehingga besi tumpuan B digunakan untuk perancangan diameter besi tumpuan. Dalam hal ini, perhitungan kekuatan besi tumpuan B dihitung menggunakan tegangan geser akibat gaya geser F_B . Dengan menggunakan harga tegangan geser ini maka jari-jari minimum besi tumpuan dapat dihitung dari [4]

$$\begin{aligned}\tau_y &= \frac{F_B}{A} = \frac{F_B}{\pi \cdot r^2} \\ r_{min} &= \sqrt{\frac{F_B}{\pi \cdot \tau_y}}\end{aligned}\quad (6)$$

Berdasarkan hasil gambar CAD/CAM yang telah dibuat dan didukung oleh hasil perhitungan kekuatan komponen kritis maka dilakukan pembuatan alat bending sengkang. Dalam hal ini, jari-jari minimum besi tumpuan yang diperoleh dari Pers.(6) adalah sebesar $r_{min} = 5.05$ mm. Pada Gambar 6 diperlihatkan foto hasil rancangan alat bending yang telah dibuat.



Gambar 6. Foto hasil rancangan alat bending sengkang

Dari Gambar 6 terlihat bahwa komponen mekanik dari alat bending terdiri dari meja bending, besi tumpuan, tongkat bending, gunting potong, dan dudukan meja kerja serta komponen-komponen pendukung lainnya. Berikut diterangkan fungsi dari komponen-komponen tersebut:

a. *Besi Tumpuan*

Poros tumpuan pada alat bending sengkang digunakan untuk menahan beban bending pada besi yang akan di deformasi menjadi bentuk yang diinginkan. Diameter poros dipilih sesuai dengan beban maksimal yang dapat ditahannya. Untuk mendapatkan poros tumpuan yang kaku digunakan tumpuan tetap dengan cara pengelasan ke meja kerja. Foto besi tumpuan dari alat yang dibuat diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Foto besi tumpuan

b. *Tongkat Bending Sengkang*

Tongkat bending sengkang ini adalah gabungan dari baja batangan polos tidak berongga dan berongga yang dimodifikasi sehingga dapat digunakan sebagai mekanisme pengungkit sederhana. Foto dari tongkat bending sengkang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Foto tongkat bending

c. *Gunting Potong Besi*

Gunting potong besi digunakan untuk memotong besi polos yang akan dibuat menjadi sengkang. Gunting besi ini diletakkan pada posisi tertentu dalam proses pembuatan sengkang sehingga dapat bekerja sesuai fungsinya. Foto gunting potong besi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Foto Gunting Potong.

d. *Stopper Sengkang*

Stopper sengkang dibuat dengan menggunakan besi siku tebal 3 mm yang digunakan sebagai sensor ukuran panjang sengkang. Bentuk dari *stopper* sengkang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Foto stopper sengkang

5. Hasil Pengujian

Observasi lapangan dan pengujian dilakukan untuk membandingkan waktu pembuatan satu sengkang menggunakan cara konvensional dan cara yang dikembangkan pada penelitian ini. Material yang digunakan untuk pembuatan sengkang adalah besi polos dengan diameter 8 mm dan panjang 496 mm.

Dari observasi lapangan yang telah dilakukan didapatkan beberapa data tentang pengerjaan sengkang oleh pekerja bangunan menggunakan cara manual. Pembuatan sengkang dengan cara manual dilakukan atas 3 tahapan proses, yaitu pembuatan meja kerja untuk pembuatan sengkang, pemotongan besi sesuai ukuran sengkang dan pembuatan sengkang. Dari ketiga langkah tersebut didapatkan hasil berupa waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebuah sengkang.

Waktu pembuatan untuk 5 buah sengkang selanjutnya dicatat untuk dibandingkan dengan waktu yang diperoleh menggunakan teknik yang telah dikembangkan. Pada Tabel 1 diperlihatkan perbandingan waktu pembuatan sengkang menggunakan cara konvensional dan cara yang dikembangkan pada penelitian ini.

Tabel 1. Perbandingan waktu hasil pengujian

No. pengujian	Konvensional (detik)	Teknik yang dikembangkan(detik)
1	34.6	30.1
2	31.3	29.5
3	31.5	27.4
4	30.1	27.2
5	29.9	25.8
rata-rata	31.48	28

Berdasarkan hasil pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pembuatan sengkang menggunakan alat bending yang dikembangkan memiliki waktu pengerjaan yang lebih kecil dibandingkan pembuatan menggunakan alat konvensional. Hasil yang diperoleh dari Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan waktu yang cukup signifikan untuk data pertama dan data berikutnya. Hal tersebut disebabkan karena untuk data pertama pekerja bangunan harus menstandarkan ukuran sengkang yang ingin dibuat dan mengukur serta memotong besi sesuai

ukuran yang diperlukan. Untuk data selanjutnya dapat diselesaikan dengan waktu yang lebih singkat karena pekerja membuat berdasarkan pedoman produk sengkang yang pertama.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa waktu rata-rata pembuatan sengkang menggunakan cara konvensional lebih lama dibandingkan dengan waktu yang diperoleh menggunakan metode yang telah dikembangkan. Hal ini disebabkan karena pada proses konvensional, pembuatan sengkang tidak dilakukan dalam satu proses yang kontinu mulai dari pemotongan besi sampai proses bending. Cara ini menyebabkan terjadinya pemborosan waktu karena pekerjaan tidak dilakukan dengan satu proses yang kontinu. Sementara itu, dengan menggunakan alat bending sengkang yang telah dibuat dapat dilakukan proses pembuatan sengkang yang lebih cepat karena setiap langkah dilakukan dalam satu proses. Dari perbandingan data-data hasil pengukuran pada terlihat keunggulan dari alat yang telah dibuat dibandingkan dengan alat konvensional, sehingga perlu rasanya pengembangan alat ini sehingga dapat digunakan oleh masyarakat luas.

Nomenklatur

σ	Tegangan normal(N/m ²)
τ	Tegangan geser(N/m ²)
M	Momen bending(N.m)
c	Jarak dari titik tegangan ke sumbu netral(m)
I	Momen inersia luas(m ⁴)

Daftar Pustaka

- [1] Dipohusodo, I., "Struktur Beton Bertulang", Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1993.
- [2] Spotts, M.F., "Design Of Machine Elements (Seventh Edition)
- [3] Nusyahudin, D., "Perancangan Alat Uji Koefisien Gesek Jenis Pin On Disk", Tugas Akhir Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Andalas, Padang, 2014.
- [4] Childs, P., "Mechanical design", Elsevier Butterworth-Heinemann, 2014.