

Analisa Perbandingan Volume Dan Biaya Bar Bending Schedule Dengan Metode SNI-2847:2013 Dan BS 8666:2005 Pada Proyek Pembangunan Kantor Pacto, Denpasar

Made Widya Jayantari^{a,*}, Putu Surya Triana Dewi^b, Putu Gede Anggara Yoga^c

^aUniversitas Udayana, Kabupaten Badung

^bInstitut Desain dan Bisnis Bali, Kota Denpasar

^cUniversitas Pendidikan Nasional, Kota Denpasar

Made Widya Jayantari, email address: widyajayantari13@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received 10 Agustus 2022

Accepted 15 Oktober 2022

Online 25 November 2022

Keywords:

Bar Bending Schedule;

BS 8666:2005;

SNI-2847-2013;

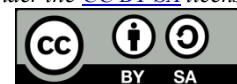
Buildings;

Optimizing;

ABSTRACT

The success of construction projects, especially in the construction of multi-storey buildings is influenced by material components. Therefore, optimizing material planning is important to do. In the Pacto Sanur Building construction project, optimization of material planning is viewed from the ironing work because it costs a relatively large amount compared to other works. The purpose of this study is to analyze the comparison of bar bending schedules on projects using the British Standard 8666:2005 and SNI-2847:2013 methods, then to identify project cost comparisons. From the results of the identification of iron planning using the SNI-2847:2013 method, it can be seen that the weight of Ø16 iron = 3971.00 kg, the weight of Ø13 iron = 251.51 kg, and the weight of Ø10 iron = 7034.38 kg. Furthermore, in the identification of repair plans using the British Standard 8666:2005 method, it can be seen that the weight of iron Ø16 = 42153.22 kg, the weight of iron Ø13 = 280.95 kg, and the weight of iron Ø10 = 7343.58 kg. The volume optimization for Sloof, Beams, Columns, and Floor Plates II uses the British Standard 8666: 2005 method of 47% with the total cost of the SNI-2847:2013 method ironwork Rp. 202,623,928 and the total cost of repair work using the British Standard 8666:2005 method is Rp. 213,799,435.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. PENDAHULUAN

Pembangunan proyek konstruksi seperti hotel, kantor, dan rumah tinggal di Bali sangat pesat [1]. Sebagian besar proyek konstruksi biasanya menggunakan struktur beton bertulang. Pada pekerjaan struktur beton bertulang biasanya menghabiskan biaya yang relatif besar, sehingga perlu diberikan perhatian lebih pada proses pengerjaannya. Pada pekerjaan struktur beton bertulang terdapat *item-item* pekerjaan pembesian seperti pekerjaan memotong, membongkar, dan merakit tulangan besi.

Pelaksanaan pekerjaan pembesian harus mengacu pada gambar rencana dan *bar bending schedule* yang disusun oleh konsultan perencana. Namun, pada *bar bending schedule* biasanya terdapat permasalahan seperti terdapatnya limbah yang bersumber dari sisa-sisa pemotongan material besi. Sehingga, dikeluarkan metode SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005 sebagai acuan dalam pembuatan dimensi (*dimensioning*), daftar (*scheduling*), pemotongan (*cutting*), dan pembengkokan (*bending*). Dari metode-metode tersebut dapat menghasilkan perencanaan *bar bending schedule* yang benar dan diharapkan dapat mengoptimalkan pemakaian material.

Pada beberapa proyek konstruksi biasanya kontraktor pelaksana melakukan pekerjaan pembesian berdasarkan pengalaman, tanpa memperhatikan *shop drawing* atau *bar bending schedule*, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya kekurangan atau kelebihan material besi. Oleh sebab itu, pada pekerjaan pembesian diperlukan penanganan khusus sehingga limbah dapat dikurangi. Selanjutnya, pada penelitian ini menggunakan data dari proyek pembangunan Gedung Pacto Sanur dengan menganalisa perbandingan *bar bending schedule* pada proyek dengan menggunakan metode British Standard 8666:2005 dan SNI-2847:2013, kemudian untuk mengidentifikasi perbandingan biaya proyek pada pekerjaan sloof, balok, kolom, dan pelat lantai II.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dengan aktivitas manajemen seperti merencanakan, mengorganisasikan, dan mengendalikan item pekerjaan proyek dengan menggunakan berbagai sumber daya (*manpower, material, machines, money, method*) secara efektif dan efisien sehingga proyek dapat berlangsung dengan baik dan memenuhi target yang sudah ditentukan [2]. Manajemen proyek konstruksi merupakan tatanan dari berbagai elemen di bangunan sehingga memerlukan aktivitas manajemen seperti merencanakan, melaksanakan, dan mengendalikan aktivitas proyek secara efektif dan efisien sampai selesai dengan melibatkan berbagai sumber daya [3]. Sehingga manajemen proyek konstruksi merupakan usaha agar semua sumber daya yang terlibat seperti manusia, material, mesin, uang, dan metode dalam proyek konstruksi dapat diterapkan secara tepat.

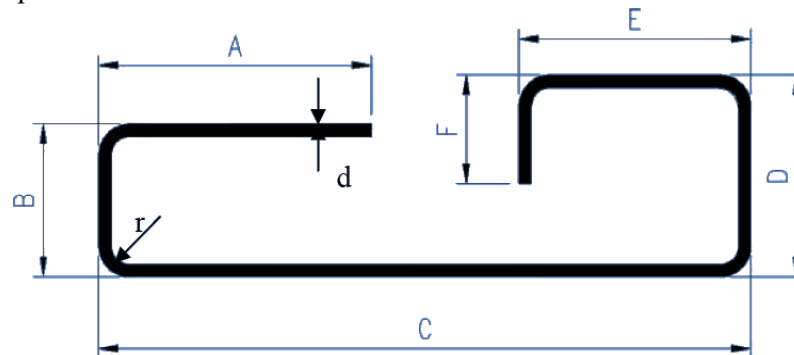
2.2 Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan beton dengan tulangan yang terbuat dari baja yang diperhitungkan dan direncanakan sehingga kedua material dapat menyatu untuk menahan gaya-gaya [4]. Beton bertulang harus mempunyai sifat kuat menahan beban tarik dan beban tekan. Struktur beton mempunyai kuat tekan besar, namun lemah pada gaya tarik. Oleh sebab itu, perlu digabungkan dengan material baja tulangan untuk menahan tegangan tarik [5]. Beberapa faktor yang bisa mengurangi kualitas beton dari bertulang, yaitu faktor kelekatan beton dengan baja, korosi pada tulangan baja, dan pemuai antara baja dan beton. Pada pekerjaan struktur beton bertulang terdapat *item-item* pekerjaan pembesian seperti pekerjaan memotong, membongkar, dan merakit tulangan besi [6].

2.3 Bar Bending Schedule

Bar bending schedule merupakan sebuah daftar pola pembengkokan tulangan seperti data bentuk, diameter, panjang dan jumlah tulangan [7]. Data untuk menyusun *bar bending schedule* tersebut harus berisi ukuran, jumlah, dan dimensi tulangan baja yang digunakan. Daftar pembengkokan tulangan baja juga

digunakan sebagai acuan dalam mengadakan material tulangan. Metode *bar bending schedule* yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan pekerjaan penulangan baja sehingga limbah yang dihasilkan dalam dikurangi [7]. Sebuah tulangan baja biasanya terdiri atas satu atau enam pada bagian. Pada *bar bending schedule* diberi kode ukuran panjang masing-masing dengan huruf A, B, C, D, E dan F sesuai dengan shape diagramnya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 . Optimaliasai Pembesian

Pada penyusunan *bar bending schedule* dapat dikerjakan tanpa menggunakan perangkat lunak, namun waktu pekerjaannya relatif lama. Selain itu, jika terdapat perubahan pada saat proyek berlangsung akan memerlukan waktu lebih lama lagi. Oleh sebab itu, maka dikembangkan *bar bending schedule* dengan program komputer sehingga mempermudah perhitungan biaya yang akan dikeluarkan untuk pekerjaan pembesian. Pembuatan *bar bending schedule* ini berpedoman pada SNI-2847:2013 dan British Standard 8666:2005.

2.4 SNI-2847:2013

Standar Nasional Indonesia atau SNI-2847:2013 membahas syarat-syarat beton struktural untuk bangunan dan perencanaan material penyusun beton. SNI disusun oleh Komite Teknis dan ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Poin-poin penting pada SNI-2847:2013, yaitu:

1. Kiat standar terdiri dari dua macam yaitu bengkokkan 180° dan 90° . Setiap bengkokkan memiliki syarat perpanjangan berbeda seperti pada penjelasan Pasal 7.1 pada SNI-2847:2013 berikut ini:
 - a. Bengkokkan 180° perpanjangannya sebesar 4 db (diameter nominal batang tulangan), namun tidak kurang dari 65 mm pada ujung bebas batang tulangan.
 - b. Bengkokkan 90° perpanjangannya sebesar 12 db pada ujung bebas batang tulangan.
2. Khusus untuk sengkang dan kiat pengikat memiliki syarat yang berbeda tergantung diameter tulangan yang digunakan seperti pada penjelasan Pasal 7.1.3 pada SNI-2847:2013 berikut ini:
 - a. Diameter D16 dan yang lebih kecil, bengkokkan 90° ditambah perpanjangan 6 db pada ujung bebas batang tulangan.
 - b. Diameter D19, D22, dan D25, bengkokkan 90° ditambah perpanjangan 12 db pada ujung bebas batang tulangan.
 - c. Diameter D25 dan yang lebih kecil bengkokkan 135° ditambah dengan 6 db pada ujung bebas batang tulangan.

Selain poin-poin tersebut, SNI-2847:2013 juga memiliki beberapa bagian standar yang harus diikuti dalam melakukan penulangan, diantaranya yaitu:

1. Kait standar pembesian
2. Diameter pembengkokkan minimum
3. Batas spasi untuk tulangan
4. Penulangan pelat lantai
5. Penulangan balok dan kolom
6. Jarak antar tulangan

2.5 British Standard 8666:2005

British Standards Institution (BSI) merupakan sebuah organisasi yang bertugas menyusun standar di bidang industri yang mencakup bidang manajemen hingga persyaratan mutu. BSI telah mengeluarkan BS 8666:2005 yang digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan dimensi, pemotongan, dan pembengkokan besi beton. BS 8666:2005 diterbitkan untuk mengganti standar pembesian BS 8666:2000 [8]. BS 8666:2005 mencantumkan berbagai rumus perhitungan panjang tulangan, detail, dan mudah digunakan untuk semua bentuk tulangan dengan memperhitungkan faktor-faktor penambahan panjang tulangan akibat adanya proses pembengkokan yang terdiri dari pengaruh koefisien jari-jari (a) dan diameter tulangan (b).

2.6 Gambar Kerja

Gambar kerja adalah gambar yang dikerjakan oleh kontraktor pelaksana sebagai pedoman dalam pelaksanaan proyek konstruksi [9]. Selain itu, kegunaan dari shop drawing adalah sebagai media komunikasi dan pelaporan antara konsultan dan pelaksana. Jadi, kesalahan kerja yang mengakibatkan pembongkaran dapat diminimalisir dengan bantuan shop drawing. Sehingga, proyek konstruksi dapat berjalan optimal seiring berkurangnya pekerjaan pembongkaran, pengulangan kerja, keterlambatan waktu, dan pembengkakan biaya [10].

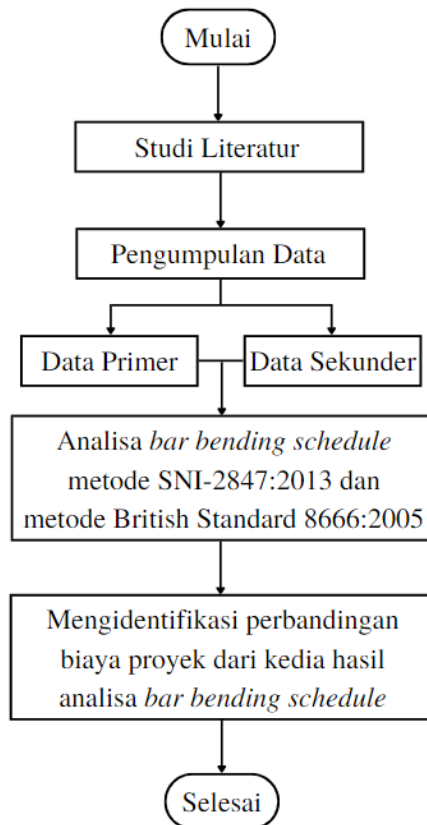
Pembuatan gambar kerja ini harus dibuat sesuai dengan alur pembuatan yang tepat sehingga gambar yang dihasilkan dapat berguna dengan baik pada saat proyek berjalan. Alur pembuatan gambar kerja adalah sebagai berikut: (1) Survei lapangan, yaitu melakukan survei untuk melihat secara langsung lokasi konstruksi agar gambar memiliki akurasi yang tinggi dan mendapat informasi lengkap mengenai detail lokasi proyek. (2) Pembuatan gambar kerja, yaitu pembuat gambar akan menghasilkan sebuah rencana gambar yang lengkap, ukuran dan informasi yang jelas. (3) Pengajuan gambar, yaitu pengajuan gambar yang dilakukan kepada konsultan pengawas. Pihak yang mendapat pengajuan ini berhak untuk memberikan penilaian terhadap gambar kerja tersebut. (4) Distribusi ke personel lapangan, yaitu tahap gambar yang sudah disetujui dan bisa digunakan sebagai acuan proyek konstruksi [11].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yaitu penelitian yang lebih sistematis, spesifik, dan terstruktur untuk memperoleh kesimpulan. Pada penelitian kuantitatif juga lebih mengolah angka sehingga menjadi lebih detail dan jelas. Data yang digunakan pada penelitian ini, meliputi: (1) Data primer, yaitu data *bar bending schedule* pada pekerjaan sloof, balok, kolom, dan pelat lantai II di proyek Gedung Pacto Sanur. (2) Data sekunder, yaitu data proyek Gedung Pacto Sanur yang dipakai seperti Shop Drawing, As Built Drawing, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Langkah-langkah yang diperlukan dalam penelitian ini diawali dengan melakukan analisa *bar bending schedule* dengan metode SNI-2847:2013, yaitu dengan memperhitungkan nilai material besi tulangan pada sebuah pekerjaan dengan menyusun kombinasi atau alternatif-alternatif yang paling efisien dalam memotong besi tulangan. Pemesanan volume besi tulangan akan berpedoman pada perhitungan tersebut. Ketika melakukan pemesanan material dan untuk mengurangi risiko kekurangan material, pegawai logistik akan menambahkan 3% - 5% dari total volume besi tulangan yang dibutuhkan. Langkah selanjutnya adalah dengan melakukan analisa *bar bending schedule* dengan metode British Standard 8666:2005, yaitu pada pekerjaan pembesian, anggapan mengenai nilai efisiensi yang didapatkan pada volume pembesian masih terlalu kecil dan sangat rumit dalam menentukan rumus perhitungannya sehingga selalu diabaikan.

Analisa selisih biaya metode SNI-2847:2013 dan metode British Standard 8666:2005 yang digunakan pada penelitian ini dapat menghasilkan kebutuhan penulangan dari bangunan gedung yang direncanakan. Kemudian, berdasarkan perhitungan kebutuhan tulangan yang sudah dilakukan metode SNI-2847:2013 dan metode British Standard 8666:2005, maka dapat dihitung penghematan material tulangan yang dilakukan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

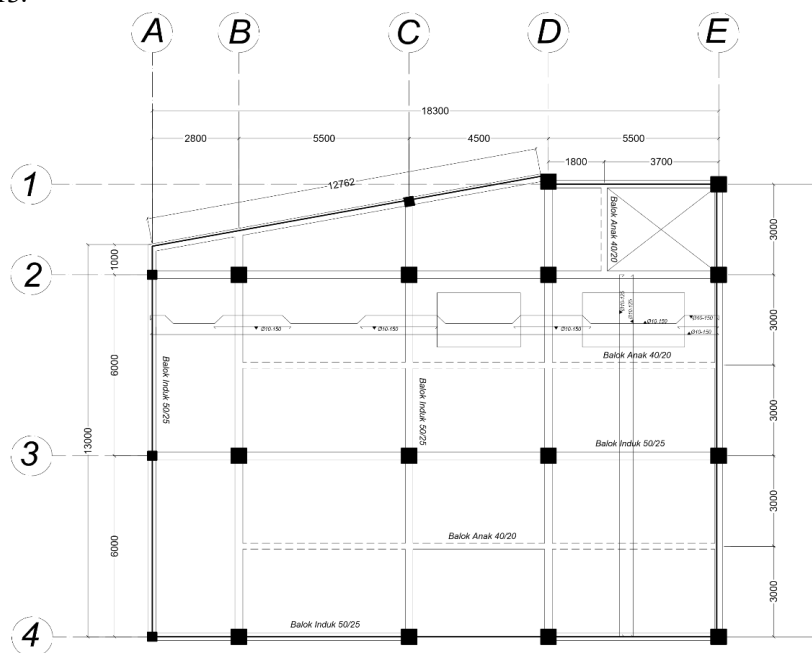


Gambar 2 . Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

Mengidentifikasi shop drawing untuk mengetahui rangkaian pembesian yang akan dilaksanakan. Shop drawing yang diidentifikasi seperti pada Gambar 3. Selanjutnya dilakukan analisa *bar bending schedule* berdasarkan metode SNI-2847:2013.



Gambar 2 . Pelat Lantai II Proyek Gedung Pacto Sanur

Perhitungan panjang pembesian sloof portal 1 grid D-E

Diketahui:

- Dimensi Sloof : 250 x 400 mm
- Tulangan Pokok : 4D16
- Tulangan Tumpuan : 2D16
- Tulangan Lapangan : 2D16
- Tulangan Sengkang : Ø10 100-150 mm
- Tebal Selimut Beton : 25 mm
- Panjang Grid D-E : 5500 mm

Perhitungan:

- a. Panjang Potongan Tul Pokok = Jml Tul x (Panjang Grid + db1 + 6D)
 Panjang Potongan Tul Pokok = $4 \times (5.5 + (1 \times (0.016) \times 1) + (6 \times (0.016) \times 1))$
 Panjang Potongan Tul Pokok = 22.45 m
- b. Panjang Potongan Tul Tumpuan = Jml Tul x (Panjang Grid + db1)
 Panjang Potongan Tul Tumpuan = $2 \times ((5.5 \times 1) + (1 \times (0.016) \times 2)) + 1$
 Panjang Potongan Tul Tumpuan = 12.06 m
- c. Panjang Potongan Tul Lapangan = Jml Tul x (Panjang Grid + db1)
 Panjang Potongan Tul Lapangan = $2 \times ((5.5 \times 1) + (1 \times (0.016) \times 2)) + 1$
 Panjang Potongan Tul Lapangan = 12.06 m
- d. Potongan Tul Sengkang Jumlah Tulangan = $((1/4L)/\text{jarak sengkang}) + ((1/2L)/\text{jarak sengkang})$
 Potongan Tul Sengkang Jumlah Tulangan = $((5.5 \times 0.5)/((0.1+0.1)/2)) + ((5.5 \times 0.5)/((0.15+0.15)/2))$
 Potongan Tul Sengkang Jumlah Tulangan = 46 bh
- e. Panjang Potongan 1 Sengkang = (Dimensi Sloof – Tebal selimut) + 6D
 Panjang Potongan 1 Sengkang = $((0.25 - (0.025 \times 2)) \times 2) + ((0.4 - (0.025 \times 2)) \times 2) + (6 \times (10/1000) \times 2)$
 Panjang Potongan 1 Sengkang = 1.22 m
- f. Total Panjang Tul Sengkang = 46 x 1.22
 Total Panjang Tul Sengkang = 55.92 m

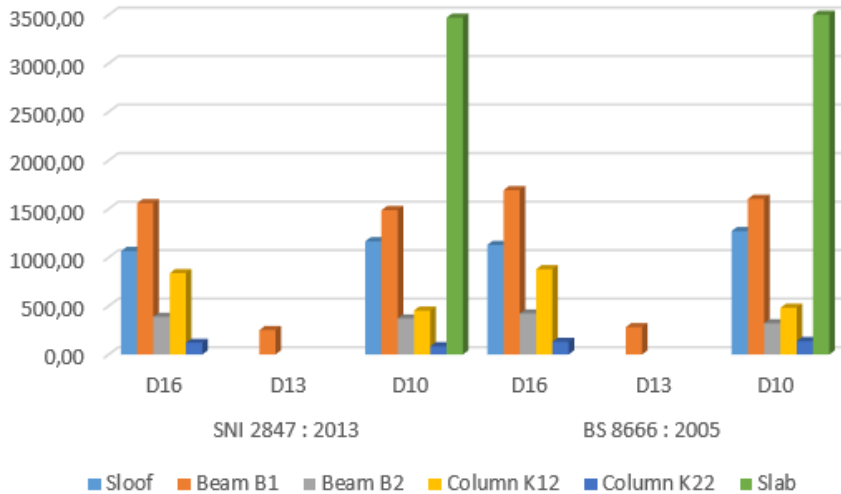
4.2 Analisis Perbandingan Total Volume Pembesian

Hasil analisis untuk perbandingan total volume pembesian SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005 dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4.

Tabel 1. Perbandingan total volume pembesian SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005

No	Item	SNI-2847:2013			BS 8666:2005		
		D16 (m)	D13 (m)	D10 (m)	D16 (m)	D13 (m)	D10 (m)
1	Sloof	1066,06		1166,68	1128,92		1271,87
2	Beam B1	1558,65	251,51	1488,10	1693,38	280,95	1603,38
3	Beam B2	388,65		370,98	422,28		321,34
4	Column K12	837,76		452,94	878,72		481,91
5	Column K22	119,68		84,27	129,92		137,69
6	Slab			3471,41			3527,39
Jumlah Total Panjang Besi (m)		3971,00	251,51	7034,38	4253,22	280,95	7343,58

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)



Gambar 4. Grafik Perbandingan Total Volume Pemesian SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005

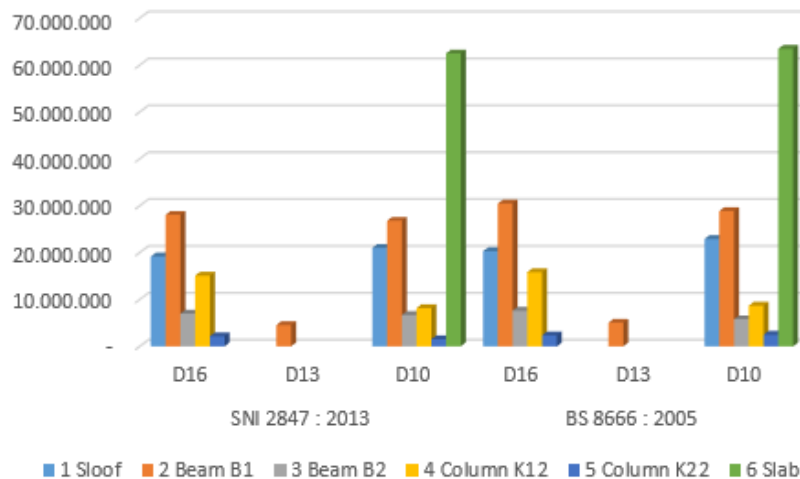
4.3 Analisis Perbandingan Total Biaya Pemesian

Hasil analisis untuk perbandingan total biaya pemesian SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005 menggunakan biaya besi beton Rp. 18.000/kg dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Perbandingan total biayapemesian SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005

No	Item	SNI-2847:2013			BS 8666:2005		
		D16 (Rp)	D13 (Rp)	D10 (Rp)	D16 (Rp)	D13 (Rp)	D10 (Rp)
1	Sloof	19.189.008		21.000.165	20.320.560		22.893.623
2	Beam B1	28.059.336	4.527.180	26.785.815	30.480.840	5.057.100	28.860.773
3	Beam B2	6.995.336		6.677.550	7.601.040		5.784.075
4	Column K12	15.079.680		8.153.006	15.816.960		8.674.420
5	Column K22	2.154.240		1.516.838	2.338.560		2.478.406
6	Slab			62.485.445	20.320.560		63.493.080
Jumlah Biaya (Rp)		202.623.928			213.799.435		

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)



Gambar 5. Grafik Perbandingan Total Biaya Pemesian SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005

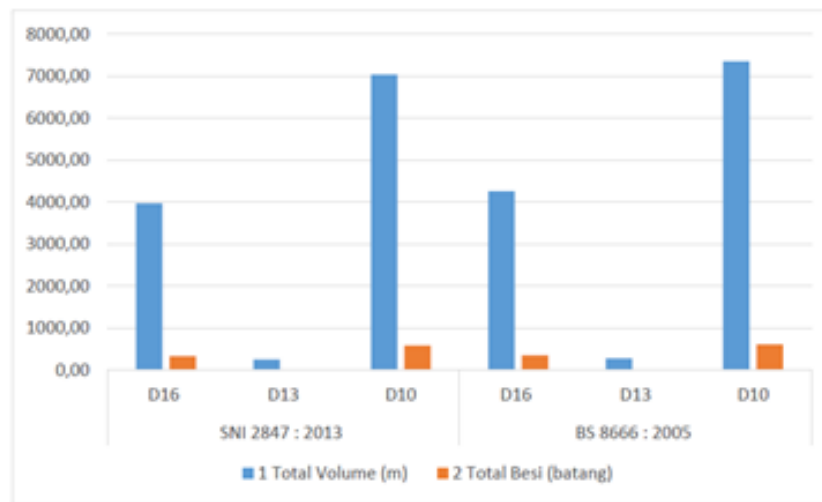
4.4 Analisis Kebutuhan Besi (per/12 m)

Hasil analisis untuk kebutuhan besi berdasarkan SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005 dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3. Perbandingan kebutuhan besi berdasarkan SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005

No	Item	SNI-2847:2013			BS 8666:2005		
		D16 (Rp)	D13 (Rp)	D10 (Rp)	D16 (Rp)	D13 (Rp)	D10 (Rp)
1	Total Volume (m)	3971,00	251,51	7034,38	4253,22	280,95	7343,58
2	Total Panjang Besi (m)	331,00	21,00	587,00	355,00	24,00	612,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)



Gambar 6. Grafik Perbandingan kebutuhan besi berdasarkan SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dikerjakan mengenai perbandingan volume dan biaya *bar bending schedule* dengan metode SNI-2847:2013 DAN BS-8666:2005, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan identifikasi bar bending schedule dari metode SNI-2847:2013 mendapatkan berat besi Ø16 = 3971,00 kg, berat besi Ø13 = 251,51 kg dan untuk berat besi Ø10 = 7034,38 kg.
2. Berdasarkan identifikasi bar bending schedule dari metode BS-8666:2005 mendapatkan berat besi Ø16 = 42153,22 kg, berat besi Ø13 = 280,95 kg dan untuk berat besi Ø10 = 7343,58 kg.
3. Besar optimalisasi volume pembesian pada pekerjaan sloof, kolom, balok, dan pelat lantai 2 menggunakan metode BS-8666:2005 sebesar 47% untuk proyek Pembangunan Gedung Pacto Sanur.
4. Perbandingan total biaya dari pekerjaan pembesian metode SNI-2847:2013 sebesar Rp 202.623.928 dan total biaya dari pekerjaan pembesian metode BS-8666:2005 sebesar Rp 213.799.435.
5. Selisih biaya antara metode SNI-2847:2013 dan BS-8666:2005 sebesar Rp 11.175.507 untuk luas bangunan 269,97 m².

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian telah dilakukan mengenai perbandingan volume dan biaya *bar bending schedule* dengan metode SNI-2847:2013 DAN BS-8666:2005, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perencana dapat melakukan analisa menggunakan metode SNI-2847:2013 untuk mengoptimalkan volume pembesian.
2. Perbedaan kedua metode tersebut pada peletakan simbol-simbol bengkokan pada bar metode BS-

8666:2005 agar dapat dianalisa pada formula shape-code BS-8666:2005.

3. Analisa dapat menggunakan metode SNI-2847:2013 dapat dilakukan untuk mengurangi pembiayaan pada perencanaan pembesian.
4. Tidak semua bentuk dapat dianalisa dengan metode BS-8666:2005, karena hanya beberapa bentuk pembesian saja yang memiliki formula pada *table standard shape*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kumara, I. N. I., Jaya, N. M., & Adnyana, I. B. P. 2022. Upaya Dan Strategi Peningkatan Kualitas Pelayanan Pada Pembuatan Izin Mendirikan Bangunan Di Kabupaten Badung. *Jurnal Spektran*. 10 (2), pp. 127-132.
- [2] Yuliana, I. 2021. Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat Tinggi. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*. 7(1), pp. 16-19.
- [3] Satmoko, W. C., Yuwono, B. E., & Damayanti, J. 2022. Identifikasi Faktor Dominan Pada Manajemen Material Konstruksi Pembesian Terhadap Keberhasilan Proyek Konstruksi Dalam Masa Pandemi. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 18 August, Jakarta, Indonesia.
- [4] Tanjung, I., Affandi, A., Huzni, S., & Fonna, S. 2020. Investigasi pengaruh jumlah elemen anoda terhadap distribusi potensial korosi pada beton bertulang menggunakan BEM 3D. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*. 3(1), pp. 57-64.
- [5] Efrida, R., & Utami, C. 2019. Evaluasi Kinerja Dinding Pengisi Bata Merah Dengan Openings Pada Struktur Beton Bertulang Akibat Beban Gempa Kuat. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*. 11(2), pp. 24-29.
- [6] Aisyah, S. D., & Sukobar, S. 2021. Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Klaska Residence Tower Azure Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. 10(1), pp. F1-F6.
- [7] Kork, M. A. N., Hartono, W., & Sugiyarto, S. 2013. Perhitungan Kebutuhan Tulangan Besi dengan Memperhitungkan Optimasi Waste Besi pada Pekerjaan Balok dengan Program Microsoft Excel. *Matriks Teknik Sipil*. 1(3).
- [8] Al Emadi, Y., & Kara, A. 2021. Al Bustan South Bridge Design and Build Project. *Developments in International Bridge Engineering*. Doha, Qatar
- [9] Prabowo, I. K. H. S. Y. A. N.Y. 2020. *Analisis Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Thamrin Nine Phase 1 Ditinjau Dari Pengelolaan Shop Drawing*. Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta.
- [10] Immanuel, R., & Yuwono, B. E. 2020. Kematangan Shop Drawing Sebagai Penentu Pekerjaan Ulang (Rework) Proyek Konstruksi. *Indonesian Journal Of Construction Engineering And Sustainable Development (CESD)*. 3(1), pp. 42-48
- [11] Arystianto, D. P., & Kurniawan, A. M. 2021. Pengaruh Pemanfaatan Aplikasi Building Informasi Modelling (BIM) Tekla Structure Educational Terhadap Pembuatan Shop Drawing Dan Bill Of Material. *Prokons: Jurnal Teknik Sipil*. 15(2), pp. 50-58.