

PEMBUATAN KONEKTOR PADA BANGUNAN SIPIL YANG DIBANGUN DENGAN METODE *SPLITTING HOUSE*

Rani Nopriyanti^{1*}, Antonius Adi Soetopo², Heri Setiawan³, Rizqy Hikmat Akbari⁴
^{1,2,3,4} Politeknik Manufaktur Bandung, Indonesia

*Corresponding author: rani@me.polman-bandung.ac.id

Abstract: Civil buildings are structures built to meet human needs in infrastructure and the environment. This includes bridges, buildings, and more. The method used is the Splitting House method, a term where the entire building or assembly components are manufactured off-site and assembled on-site from separate panel modules. The Splitting House method is used to overcome the relatively large dimensions of the 3DCP machine so that handling the machine to the work area becomes impractical. This method requires connectors to connect separate panels. The connector consists of a Connector L (275,25 mm x 138 mm x 2 mm) and a Connection Plate (140 mm x 140 mm x 2 mm). This connector can safely support the load and has a compressive voltage of 0.0195 Mpa and a clearance voltage of 122.5 Mpa. Weld potency reaches 18.03 (N/mm²). The bolt joints have a shear capacity of 7.2 kN, bearing resistance of 5.1 kN, and tensile resistance of 8.7 kN. The manufacture of the connector takes 12.9 hours and costs Rp. 1.104.257,60.

Keywords: Connector, Civil Building, Splitting House Method, 3D *Printing*

Abstrak: Bangunan sipil adalah struktur yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam bidang infrastruktur dan lingkungan. Salah satu contohnya yaitu jembatan, gedung, dan lainnya. Metode *Splitting House* merupakan istilah dimana seluruh bangunan atau komponen perakitannya diproduksi diluar lokasi dan dirakit di lokasi dari modul panel terpisah. Metode *Splitting House* digunakan untuk mengatasi dari dimensi mesin 3DCP yang relatif besar sehingga *handling* mesin menuju area kerja menjadi tidak praktis. Metode tersebut memerlukan konektor untuk menghubungkan panel terpisah. Konektor tersebut terdiri dari L Konektor (275,25 mm x 138 mm x 2 mm) dan Pelat Penyambung (140 mm x 140 mm x 2 mm). Konektor ini dapat menopang beban dengan aman, memiliki tegangan tekan 0,0195 Mpa dan tegangan izin 122,5 Mpa. Kampuh las yang digunakan pada konektor mencapai 18,03 N/mm². Sambungan baut memiliki kapasitas geser 7,2 kN, tahanan bearing 5,1 kN, dan tahanan tarik 8,7 kN. Pembuatan konektor memerlukan 12,9 jam dan biaya Rp. 1.104.257,60.

Kata Kunci: Konektor, Bangunan Sipil, Metode Splitting House, 3d *Printing*

Copyright (c) 2025 The Authors. This is an open-access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Ditengah maraknya perkembangan teknologi, perangkat – perangkat pintar semakin menyatu dalam kehidupan sehari – hari. Manufaktur Aditif merupakan salah satu contohnya (Sanhaji & Hizbullah, 2023). Manufaktur Aditif ini merupakan istilah formal dari apa yang dulu disebut dengan *Prototipe* cepat atau pembuatan *prototipe* secara cepat dan populer juga disebut dengan 3D *Printing* atau pencetakan 3 dimensi (Halim et al.,

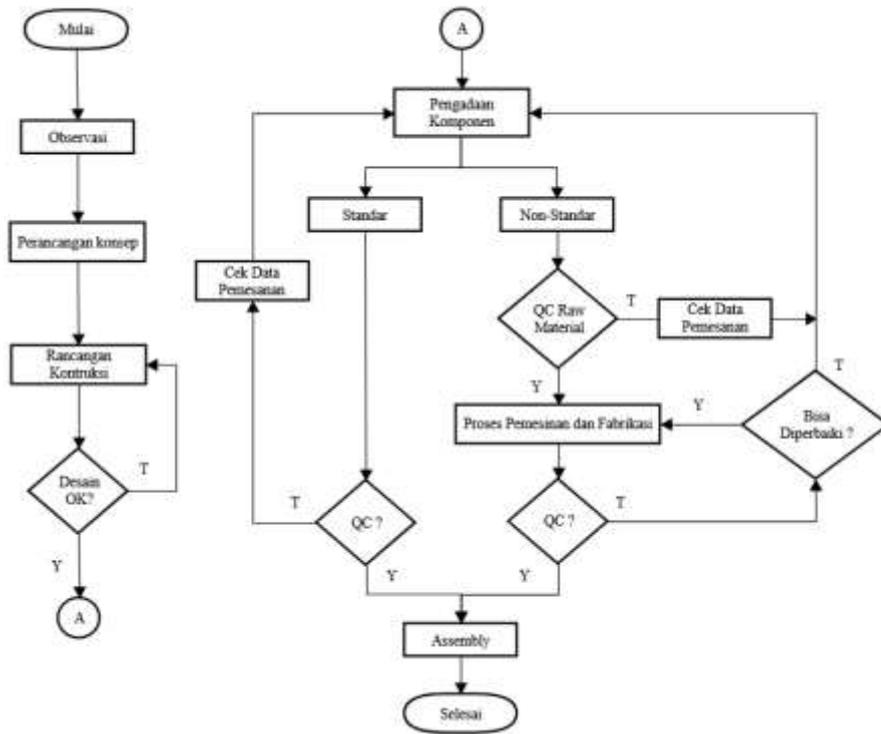
2023). Prinsip kerja dari Manufaktur Aditif ini adalah menambahkan material secara berlapis (*layer by layer*) (Gibson et al., 2010).

Salah satu mesin yang menggunakan teknologi Manufaktur Aditif adalah mesin 3 Dimensi *Concrete Printing* (3DCP). Mesin 3DCP ini merupakan mesin manufaktur yang menghasilkan objek atau produk 3 dimensi salah satunya berupa bangunan sipil. Mesin ini memiliki beberapa keuntungan apabila dibandingkan dengan pembuatan bangunan sipil secara konvensional. Mengingat area kerja yang diperlukan oleh mesin 3DCP ini relatif besar serta *handling* mesin menuju lokasi yang tidak praktis sehingga pada kondisi tertentu mengakibatkan proses pembuatan bangunan sipil tidak dapat dijangkau oleh mesin 3DCP ini (Rahma Dwi Kurniawan et al., 2022). Oleh karena itu, rencana yang digagas ini sebagai salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan yang muncul tersebut adalah dengan diterapkannya metode *splitting house* pada proses pembuatan bangunan sipil.

Metode *Splitting House* merupakan metode yang digunakan untuk dapat mengatasi kendala hasil dari mesin 3DCP apabila terdapat kondisi dimana mesin tidak dapat dibawa ke lokasi pengerjaan yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Metode ini merupakan istilah baru dimana makna dari frasa *Splitting House* ini merujuk pada metode dari suatu proses pengerjaan bangunan sipil yang dikerjakan secara terpisah (Gunawardena & Mendis, 2022). Dengan metode ini, maka dibutuhkan konektor untuk menghubungkan antar panel sehingga menjadi rangka modular konstruksi. Konektor adalah salah satu metode yang bisa digunakan dalam sebuah proyek bangunan sipil (Thajudeen et al., 2020a). Alat sambung berupa las, baut dan mur adalah termasuk beberapa material yang digunakan dalam metode yang satu ini. Keunggulan dari metode ini dapat digunakan dengan metode vertikal atau horizontal atau kombinasi dari keduanya.

METODE

Metode penelitian merupakan suatu kerangka aliran proses atau tahapan yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini (Sugiyono, 2010). Diagram yang berada di bawah ini menggambarkan tahapan proses dari pembuatan konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house*.



Gambar 1. Diagram alir metodologi Penelitian

Aktivitas dan keterangan dari diagram alir dari proses pembuatan konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house* di atas akan dijelaskan pada tabel 1 yang berada di bawah ini:

Tabel 1. Penjelasan Diagram Alir Metodologi Penyelesaian

Diagram Alir	Aktivitas	Keterangan
Mulai	Diskusi dengan dosen pembimbing mengenai topik permasalahan yang akan dijadikan judul PA.	Mencari informasi mengenai topik yang bersangkutan.
Observasi	Mencari referensi kontruksi konektor bangunan sipil.	Mengobservasi bentuk kontruksi konektor bangunan sipil secara keseluruhan.
Perancangan konsep	Menentukan konsep yang akan dibuat misalnya; bentuk kontruksi	Perancangan konsep dibuat sebagai bahan penyusunan langkah-langkah yang akan dilakukan.
Rancangan kontruksi	Menetapkan rancangan kontruksi konektor dan merancangnya menggunakan <i>Software Solidwork</i> .	Ketetapan rancangan kontruksi dan konektor berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan pembimbing.
Desain OK?	Rancangan desain diajukan dan diperiksa pembimbing.	Ya : Jika perancangan disetujui maka dapat dilanjutkan pada proses selanjutnya.

		Tidak : Jika perancangan tidak disetujui maka dilakukan kembali desain pada <i>solidworks</i> .
Pengadaan komponen non-standar	Mengecek dan mengorder ke logistik.	Mengecek dimensi <i>raw material</i> yang ada di logistik.
<i>Quality Control</i> (QC)	Mengecek kembali dimensi <i>raw material</i> sesuai <i>list order</i> .	Ya : jika <i>part</i> telah sesuai dengan <i>list order</i> maka dapat diproses pada tahap fabrikasi. Tidak : jika <i>part</i> tidak sesuai dengan <i>list order</i> maka dapat dikembalikan ke logistik.
Cek data pemesanan	Cek kembali data yang dipesan.	Jika terdapat kesalahan data maka melakukan kembali pengadaan komponen ke logistik.
Proses Pemesinan dan Fabrikasi	Membuat <i>part</i> non-standar yang diproses melalui proses pemesinan dan fabrikasi (potong plat, bending, bor, las).	Pengerjaan proses pemesinan dan fabrikasi dilakukan sesuai dengan <i>operation plan</i> yang telah dibuat.
<i>Quality Control</i> (QC)	Mengecek kembali dimensi <i>part</i> non-standar sesuai gambar kerja.	Ya : jika <i>part</i> non-standar telah sesuai dengan dimensi gambar kerja maka dapat dilakukan pada tahap selanjutnya. Tidak : jika <i>part</i> non-standar belum/tidak sesuai dengan dimensi gambar kerja maka dapat dilakukan pengerjaan ulang.
Bisa diperbaiki ?	Melakukan pengecekan kembali untuk <i>part</i> non-standar yang belum/tidak sesuai dimensi benda kerja.	Ya : jika <i>part</i> non-standar belum sesuai dimensi maka dapat dilakukan proses pemesinan kembali. Tidak : jika <i>part</i> non-standar tidak sesuai dengan dimensi pada gambar kerja maka dapat melakukan kembali pengadaan komponen.
Pengadaan komponen standar	Membuat <i>list order part</i> yang akan digunakan.	Menuliskan <i>type part</i> standar yang akan diorder ke Logistik
<i>Quality Control</i> (QC)	Mengecek kembali <i>part</i> sesuai <i>list order</i> .	Ya : jika <i>part</i> telah sesuai orderan maka dapat digunakan. Tidak : jika <i>part</i> tidak sesuai dengan <i>list order</i> maka dapat dikembalikan ke Logistik
Cek data pemesanan	Cek kembali data yang dipesan.	Jika terdapat kesalahan data maka melakukan kembali pengadaan komponen ke logistik.
<i>Assembly</i>	Melakukan penyatuan <i>part-part</i> standar dan non-standar terhadap kontruksi bangunan sipil.	Menyatukan <i>sub-assy</i> agar dapat dilakukan uji coba kekuatan kontruksi.
Selesai	Hasil dari proses pembuatan kontruksi konektor dapat digunakan pada bangunan sipil	Seluruh runtutan proses kerja telah dilewati.

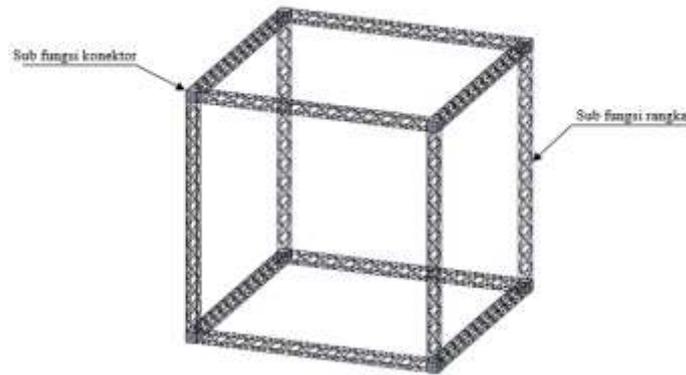
yang dibangun dengan metode *splitting house*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

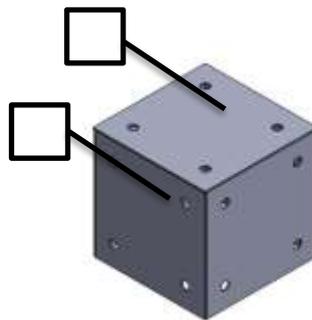
Draft Konstruksi *Assembly* Konektor

Konstruksi dari konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house* ini terdiri dari beberapa *assembly*. Gambar 2 merupakan draft dari konstruksi *assembly* rangka dengan konektor.



Gambar 1. Draft konstruksi *assembly* konektor

Konstruksi konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house* ini terdiri dari beberapa komponen. Berikut gambar 3 merupakan detail konstruksinya.



Gambar 2. Kontruksi konektor

Daftar nama komponen konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Daftar Nama Komponen

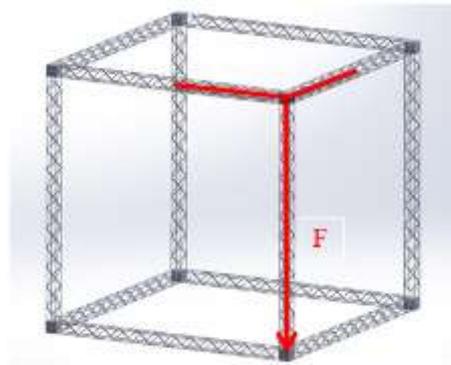
Point	Nama Part	Jumlah
a	L Konektor	16
b	Pelat Penyambung	8

Analisis Kekuatan Konstruksi Konektor dan Kekuatan Pengelasan Pada Konektor Tegangan Tekan

Beban yang diterima oleh konstruksi konektor. Beban-beban ini didapatkan dari hasil perhitungan *mass properties* pada *software solidworks*. Berikut adalah tabel rincian beban yang diterima oleh konektor bawah:

Tabel 3. Informasi Pembebanan Pada Konektor

No	Komponen	Berat	Jumlah	Berat Total
1	Panel	18,492 Kg	2	36,984 Kg
2	Konektor	1,4 Kg	1	1,4 Kg
3	Baut, mur, dan ring plat	0,2 Kg	3	0,6 Kg
Total				38,984 Kg



Gambar 3. Pembebanan yang terjadi pada konektor

Beban yang diterima 1 konektor bawah : 38,984 Kg \approx 382 N, pembebanan yang diterima adalah dari 1 panel vertikal, 1 konektor atas, 1 panel horizontal dan 3 baut, mur, dan ring plat.

$$A = s \times s$$

$$= 140 \text{ mm} \times 140 \text{ mm}$$

$$= 19.600 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad \sigma_{izin} = \frac{Re}{Sf} = \frac{245}{2} = 122,5 \text{ N/mm}^2 = 122,5 \text{ Mpa}$$

$$= \frac{382 \text{ N}}{19.600 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,0195 \text{ N/mm}^2 \approx 0,0195 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c \leq \sigma_{izin} \text{ (Aman)}$$

Kekuatan Pengelasan

Tabel 4. Informasi Perhitungan Pengelasan

Informasi teknis	Nilai	Keterangan
Yield Strength	245 N/mm ²	Pada SS400
Koefisien γ_2	0,5	Tanpa pengujian
Panjang pengelasan	106 mm	Keliling yang akan dilas dikurangi (2 x kampuh las)
Kampuh pengelasan	2 mm	Sesuai tebal pelat

Ditanya :

- Tegangan yang diizinkan
- Luas pengelasan
- Tegangan pada kampuh las

Jawab :

- Tegangan izin pengelasan

$$\begin{aligned} \sigma_{izin} &= Re/Sf & \sigma_w \text{ izin} &= \gamma_2 \times \sigma_{izin} \\ &= 245/2 & &= 0,5 \times 122,5 \text{ N/mm}^2 \\ &= 122,5 \text{ N/mm}^2 & &= 61,25 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Keterangan :

σ_{izin} = Tegangan tarik/normal izin (N/mm²)

$\sigma_w \text{ izin}$ = Tegangan pengelasan izin (N/mm²)

Re = *Resistant extension* (N/mm²)

Sf = *Safety factor*

Koefisien γ_2 untuk kampuh las yang tidak mengalami pengujian = 0.5

- Luas pengelasan

$$\begin{aligned} A_w &= L \times A \\ &= 106 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} = 212 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

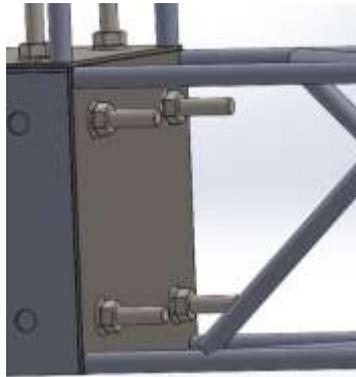
- Tegangan yang terjadi pada kampuh las

$$\begin{aligned} \sigma &= F / A_w & \leq \sigma_w \text{ izin} \\ &= 382 \text{ N} / 212 \text{ mm}^2 & \leq 61,25 \text{ N/mm}^2 \\ &= 1,8 \text{ N/mm}^2 & \leq 61,25 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan gaya yang terjadi pada sambungan baut

Pada kontruksi konektor terdapat *sub-assy* dengan panel yang berfungsi sebagai penghubung antara konektor dan panel. *Sub-assy* tersebut menggunakan metode baut dan mur. Baut yang digunakan adalah baut A325 berukuran M8x35 dengan grade 4.6. Karena

berfungsi sebagai penghubung dan penahan beban panel, elemen pengikat yang digunakan harus dipertimbangkan, diantaranya :



Gambar 4. Gaya yang terjadi pada baut

Diketahui :

Tabel 5. Informasi Perhitungan Pada Sambungan Baut

Informasi Teknis	Nilai
<i>Ultimate Tensile Strength</i> (Fub)	400 Mpa
<i>Tensile area</i> (A)	36,61 mm ²
Diameter baut (d)	M8
Tebal pelat (t)	2 mm
<i>Yield strength</i> (Fy)	240 Mpa

Ditanyakan :

- Shear capacity* (Kapasitas geser) ?
- Bearing capacity* (Kapasitas tahanan bearing) ?
- Tension capacity* (Kapasitas tahanan tarik) ?

Jawab :

$$\begin{aligned}
 \text{a) } \quad \textit{Shear capacity} &= \frac{0,6 \times Fub \times A}{\gamma m_2} \\
 &= \frac{0,6 \times 400 \times 36,61}{1,25} \\
 &= 7,2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

Fub = *Ultimate tensile strength* (Mpa)

A = *Tensile area* (mm²)

γm2 = Partial safety factor

t = Tebal pelat

d = Diameter baut

Fy = *Yield strength* (Mpa)

$$\begin{aligned} \text{b) } \textit{Bearing capacity} &= \frac{Fub \times d \times t}{Ym2} \\ &= \frac{400 \times 8 \times 2}{1,25} \\ &= 5,1 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \textit{Tension capacity} &= A \times Fy \\ &= 36,61 \times 240 \\ &= 8.786 \text{ N} \approx 8,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

Beban panel 18,492 kg. Maka beban dari panel dibagi 2 karena sebagian beban terdistribusi ke arah lainnya $\frac{18,492}{2} = 9,246 \text{ Kg} \approx 90,61 \text{ N}$.

∴ Karena terdapat 4 baut maka : $\frac{90,61 \text{ N}}{4} = 22,65 \text{ N} \approx 0,02265 \text{ kN}$.

∴ Maka dengan perhitungan diatas, setiap baut aman untuk menopang beban yang sudah ditentukan dan tidak melebihi nilai batas yang sudah ditentukan.

Tahapan Proses Pengerjaan

Tahapan proses pengerjaan ini merupakan tahapan pengerjaan pada komponen melalui proses pemesinan dan fabrikasi. Pada penelitian ini, proses pemesinan dan fabrikasi yang dilakukan meliputi gerinda potong, gerinda tangan, *bending*, las, pemotongan pelat, serta bor. Selain itu terdapat proses *quality control* dan *assembly*. Berikut merupakan detail tahapan pengerjaan pada pembuatan *assy* konektor terdapat pada tabel 6.

Tabel 6. Tahapan Proses Pengerjaan

Point	Nama Komponen	Qty	Tahapan Proses Pengerjaan
1	L Konektor	16	PP - BE - QC
2	Pelat Penyambung	8	PP - QC
3	<i>Assy</i> Konektor	8	<i>Assy</i> - BO - QC

Keterangan :

PP : Pemotongan Pelat

BE : Bending

GT : Gerinda Tangan

BO : Bor

QC : *Quality Control*

Assy : *Assembly* (Las)

Pengadaan Material

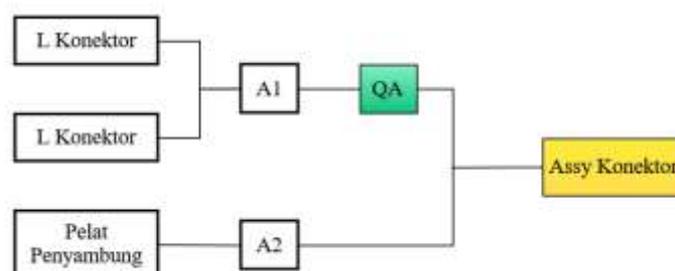
Pengadaan material untuk pembuatan konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house* ini meliputi komponen standar dan non-standar. Komponen standar merupakan komponen yang diperoleh dengan cara membeli barang yang sudah jadi serta sudah melalui proses *quality control* dan bisa langsung digunakan. Sedangkan komponen non-standar ini merupakan komponen yang diperoleh dengan cara membeli bahan baku atau *raw material* kemudian dilakukan proses pemesinan atau fabrikasi untuk mendapatkan bentuk dan fungsi yang diinginkan serta sesuai dengan gambar kerja.

Estimasi Waktu Proses Pemesinan dan Fabrikasi

Proses pemesinan atau *machining process* merupakan proses mengurangi material dari permukaan benda kerja di mana proses tersebut akan menghasilkan tatal. Dalam pengerjaan suatu komponen terkadang dapat memiliki lebih dari satu proses pemesinan. Lalu, fabrikasi adalah suatu rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material baik berupa pelat, pipa ataupun baja profil dirangkai dan dibentuk secara tahap demi tahap berdasarkan item-item tertentu hingga menjadi suatu bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi. Proses pemesinan yang dilakukan yaitu pengeboran. Sedangkan proses fabrikasi yang dilakukan antara lain : pemotongan, bending, gerinda tangan dan pengelasan.

Proses Perakitan (*Assembly*)

Proses perakitan merupakan kegiatan menggabungkan keseluruhan komponen yang telah dibuat melalui proses pemesinan dan fabrikasi serta telah lolos *quality control* menjadi satu kesatuan sebagai komponen yang memiliki fungsi. Berikut merupakan diagram *assembly* dalam pembuatan konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house*. Berikut merupakan diagram 2 yang dapat memberikan gambaran proses perakitan pada penelitian ini.



Gambar 6. Proses perakitan

Berikut terdapat tabel penjelasan dari diagram *assembly* pembuatan konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house*.

Tabel 7. Penjelasan Diagram Proses Perakitan

No	Identitas Assembly	Metode Penyambungan	Target Assembly
1	A1	Pengelasan	Posisi L Konektor dan L Konektor lainnya terpasang kokoh. Kesikuan terpenuhi.
2	A2	Pengelasan	Posisi pelat penyambung sejajar dengan L konektor. Kesikuan terpenuhi.

Biaya Komponen Standar

Tabel 8. Biaya Komponen Standar

No	Nama Part	Spesifikasi	Qty	Satuan	Harga/part (Rp)	Harga (Rp)
1	Baut	M8 x 35	96	Pcs	Rp. 900,00	Rp. 86.400,00
2	Mur	M8	96	Pcs	Rp. 644,00	Rp. 61.824,00
3	Pelat Ring	M8	96	Pcs	Rp. 275,00	Rp. 26.400,00
Total Harga						Rp. 174.624,00

Biaya Komponen Non-Standar

No	Nama Komponen	Material	Luas penampang yang terpakai	Harga
1	Assy Konektor	SS400	764.000 mm ²	Rp. 185.000

Waktu Dan Biaya Proses Pembuatan

Tabel 9. Waktu Dan Biaya Proses Pembuatan

No	Nama Proses	Waktu Proses		Harga Sewa Mesin	Biaya Pemesinan dan Fabrikasi
		(Menit)	(Jam)	(Per jam)	
1	Potong	320,16	5,33	Rp. 20.000,00	Rp. 106.000,00
2	Pengeboran	193,6	3,22	Rp. 30.000,00	Rp. 96.600,00
3	Pengelasan	138,96	2,31	Rp. 150.000,00	Rp. 346.500,00
4	Bending	123,84	2,06	Rp. 25.000,00	Rp. 51.500,00
Total Estimasi Biaya Pemesinan dan Fabrikasi					Rp. 600.600,00

Biaya Total Pembuatan

Total biaya pembuatan konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house* :

Total biaya komponen standard dan non-standar	: Rp. 359.624,00
Total biaya proses pemesinan dan fabrikasi	: Rp. 600.600,00
Total biaya	: Rp. 960.224,00

$$\begin{aligned} \text{Biaya overhead} &= 15\% \text{ dari total biaya} \\ &= 15\% \times \text{Rp. } 960.224,00 \\ &= \text{Rp. } 144.033,60. \\ \text{Total biaya pembuatan} &= \text{Total biaya} + \text{Biaya overhead} \\ &= \text{Rp. } 960.224,00 + \text{Rp. } 144.033,60 \\ &= \text{Rp. } 1.104.257,60. \end{aligned}$$

Jadi biaya pembuatan konektor sebanyak 8 pcs untuk bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house* ini adalah Rp. 1.104.257,60.

Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan analisis konektor pada bangunan sipil yang dibangun menggunakan metode *Splitting House*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konektor yang dibuat memiliki desain yang aman, efisien, dan ekonomis untuk digunakan dalam konstruksi modular berbasis manufaktur aditif, khususnya 3D *Concrete Printing* (3DCP).

Efektivitas Metode *Splitting House* dalam Konstruksi Modular

Metode *Splitting House* memungkinkan produksi panel bangunan secara terpisah di luar lokasi dan kemudian dirakit di lokasi konstruksi. Pendekatan ini terbukti efektif dalam mengatasi keterbatasan mobilisasi mesin 3DCP yang berukuran besar. Sejalan dengan Taupani (2024) menyatakan bahwa sistem bangunan prefabrikasi seperti ini dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya dibandingkan dengan metode konstruksi konvensional. Selain itu, teknologi manufaktur aditif yang digunakan dalam 3DCP memberikan fleksibilitas dalam desain serta mengurangi limbah material (Özberk & Karakaya, 2024). Sistem modular yang digunakan dalam *Splitting House* juga memungkinkan percepatan waktu pengerjaan, terutama dalam proyek pembangunan di daerah yang sulit dijangkau atau memiliki keterbatasan sumber daya. Studi yang dilakukan oleh Mutiarani et al. (2025) menunjukkan bahwa metode konstruksi berbasis modul dapat mengurangi waktu pemasangan di lokasi hingga 50% dibandingkan dengan metode tradisional. Dengan demikian, kombinasi antara teknologi manufaktur aditif dan pendekatan modular dalam metode *Splitting House* dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi tantangan dalam industri konstruksi modern.

Analisis Kekuatan Konektor

Hasil pengujian menunjukkan bahwa konektor yang dirancang mampu menopang beban dengan baik. Dengan tegangan tekan sebesar 0,0195 MPa, tegangan izin 122,5 MPa, serta kapasitas geser, tarik, dan bearing yang memenuhi standar, konektor ini memiliki daya dukung yang cukup tinggi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Thajudeen et al. (2020b), yang menekankan pentingnya desain parametrik pada konektor baja dalam sistem bangunan berbasis *glulam post and beam*, di mana pemilihan material dan desain sambungan berperan penting dalam meningkatkan efisiensi struktur. Selain itu, hasil ini menunjukkan bahwa desain konektor yang digunakan dapat meningkatkan stabilitas dan keamanan struktur secara keseluruhan. Keandalan konektor dalam menopang beban tidak hanya didukung oleh tegangan tekan yang rendah dibandingkan tegangan izin, tetapi juga oleh kekuatan geser, tarik, dan bearing yang sesuai dengan standar yang berlaku. Dengan demikian, konektor ini berpotensi untuk diterapkan dalam berbagai konstruksi berbasis *glulam post and beam*, terutama dalam meningkatkan efisiensi sambungan tanpa mengorbankan daya tahan dan kinerja struktur.

Keunggulan Penggunaan Konektor dalam Konstruksi Modular

Penggunaan konektor dalam metode *Splitting House* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode sambungan konvensional. Sambungan baut dan mur yang digunakan dalam penelitian ini terbukti memiliki kapasitas geser dan tarik yang cukup tinggi untuk mendukung beban struktur. Menurut Fidan et al. (2023), pengaplikasian teknologi berbasis manufaktur aditif dalam pembuatan komponen struktural memungkinkan tingkat presisi yang lebih baik serta meningkatkan efisiensi dalam proses perakitan. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi manufaktur aditif dalam produksi konektor tidak hanya meningkatkan akurasi dimensi, tetapi juga mengurangi kemungkinan cacat produksi yang dapat memengaruhi kinerja sambungan. Selain itu, penerapan metode ini dapat mempercepat proses konstruksi dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, sehingga menghasilkan efisiensi waktu dan biaya yang lebih tinggi. Menurut Liu et al. (2021), teknologi manufaktur aditif dalam konstruksi memungkinkan optimalisasi desain struktural dengan material yang lebih ringan namun tetap memiliki kekuatan mekanis yang tinggi, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan bahan dan mengurangi limbah konstruksi. Dengan demikian, penggunaan konektor dalam metode *Splitting House* dapat menjadi solusi inovatif dalam

meningkatkan daya tahan dan keandalan struktur, sekaligus mendukung perkembangan teknologi konstruksi yang lebih modern dan berkelanjutan.

Implikasi dalam Industri Konstruksi

Implikasi dari penelitian ini adalah bahwa metode *Splitting House* dengan konektor modular dapat menjadi solusi inovatif dalam industri konstruksi, terutama dalam pembangunan yang membutuhkan fleksibilitas tinggi dan efisiensi waktu. Kristombu Baduge et al. (2021) menyebutkan bahwa penggunaan mesin 3DCP dalam konstruksi tidak hanya mengurangi waktu pengerjaan tetapi juga meningkatkan ketahanan struktur melalui optimalisasi desain dan bahan yang digunakan. Hal ini sejalan dengan temuan dari Alwisy et al. (2020), yang menyatakan bahwa integrasi desain modular dengan manufaktur berbasis digital, seperti BIM (Building Information Modeling), dapat mempercepat proses konstruksi tanpa mengorbankan kualitas dan ketahanan struktur. Dengan demikian, metode *Splitting House* dengan konektor modular tidak hanya menawarkan fleksibilitas dalam desain, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan dan efisiensi dalam industri konstruksi modern.

SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis konektor pada bangunan sipil yang dibangun dengan menggunakan metode *splitting house*. Maka dapat disimpulkan bahwa: (1) Konektor yang optimal yaitu berbentuk kubus dengan komponen L konektor, Pelat Penyambung dan *Assy* Konektor yang memiliki empat lubang disetiap sisi yang berukuran $\varnothing 10$; (2) Proses pembuatannya meliputi observasi, perancangan, pembuatan, perakitan, dan *quality control*; (3) Pemesinan dan fabrikasi meliputi pemotongan pelat, *bending*, pengelasan, dan pengeboran; (4) Hasil pengujian menunjukkan bahwa konektor aman untuk menopang beban yang telah ditentukan dengan tegangan tekan 0.0195 Mpa, tegangan izin 122.5 Mpa, dan kampuh las 18.03 mm. Konektor memiliki kapasitas geser 7,2 kN, kapasitas tahanan bearing 5,1 kN, dan kapasitas tahanan tarik 8,7 kN; (5) Estimasi waktu pembuatan konektor adalah 12,9 jam per 8 pcs dengan biaya total Rp. 1.104.257,60 (termasuk material, komponen standar, overhead, dan mesin); (6) Penelitian ini menunjukkan bahwa konektor yang dibuat memiliki desain yang aman, efisien, dan ekonomis untuk digunakan pada bangunan sipil yang dibangun dengan metode *splitting house*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P4M Politeknik Manufaktur Bandung atas pendanaan penelitian melalui skema Penelitian Dasar Unggulan Polman Bandung. Terimakasih kepada mahasiswa Teknologi Manufaktur tingkat tiga Tahun Ajaran 2022 – 2023 yang telah membantu dalam proses pengumpulan data dan pelaksanaan penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Alwisy, A., Bouferguene, A., & Al-Hussein, M. (2020). Framework for target cost modelling in construction projects. *International Journal of Construction Management*, 20(2), 89–104. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1462446>
- Fidan, I., Huseynov, O., Ali, M. A., Alkunte, S., Rajeshirke, M., Gupta, A., Hasanov, S., Tantawi, K., Yasa, E., Yilmaz, O., Loy, J., Popov, V., & Sharma, A. (2023). Recent Inventions in Additive Manufacturing: Holistic Review. *Inventions*, 8(4), 103. <https://doi.org/10.3390/inventions8040103>
- Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2010). *Additive Manufacturing Technologies*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1120-9>
- Gunawardena, T., & Mendis, P. (2022). Prefabricated Building Systems—Design and Construction. *Encyclopedia*, 2(1), 70–95. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010006>
- Halim, A., Sanhaji, G., & Praja, Y. A. (2023). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Golongan Darah Dan Saturasi Oksigen Berbasis Arduino Uno. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 11(1), 300–315. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i1.962>
- Kristombu Baduge, S., Navaratnam, S., Abu-Zidan, Y., McCormack, T., Nguyen, K., Mendis, P., Zhang, G., & Aye, L. (2021). Improving performance of additive manufactured (3D printed) Concrete: A review on material mix design, processing, interlayer bonding, and reinforcing methods. *Structures*, 29, 1597–1609. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.12.061>
- Liu, G., Zhang, X., Chen, X., He, Y., Cheng, L., Huo, M., Yin, J., Hao, F., Chen, S., Wang, P., Yi, S., Wan, L., Mao, Z., Chen, Z., Wang, X., Cao, Z., & Lu, J. (2021). Additive manufacturing of structural materials. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 145, 100596. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2020.100596>
- Mutiarani, R. A., Puspitawati, N. M. D., Partama, I. G. D. Y., Pandawana, I. D. G. A., Pramawati, I. D. A. A. T., Kumara, D. G. A. G., & Sudipa, I. G. I. (2025). Dewi Sinta: Mewujudkan Desa Wisata Sigap Dan Tangguh Bencana Melalui Community-Based Early Warning Systems (Cbews) Di Desa Yehembang Kangin-Jembrana. *Jurnal Widya Laksmi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 56–62.
- Özberk, T., & Karakaya, İ. (2024). The Use of Additive Manufacturing Technologies in Restorative Dentistry. *Cyprus Journal of Medical Sciences*, 9(2), 76–83. <https://doi.org/10.4274/cjms.2023.2023-76>

- Rahma Dwi Kurniawan, Nandang Rusmana, & Heri Setiawan. (2022). *Penentuan Parameter Mach3 Untuk Mesin 3D Printing Bangunan* [Proyek Akhir]. Politeknik Manufaktur.
- Sanhaji, G., & Hizbullah, A. I. (2023). Pemanfaatan Artificial Intelligence Dalam Bidang Kesehatan. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 11(1), 234–242. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i1.999>
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung alfabeta.
- Taupani, R. (2024). Eksplorasi Arsitektur Modular sebagai Solusi Perumahan di Area Perkotaan Padat. *Circle Archive*, 1(6).
- Thajudeen, S., Lennartsson, M., Elgh, F., & Persson, P. J. (2020a). Parametric modelling of steel connectors in a glulam based post and beam building system - Towards a flexible product platform approach. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 12, 564–573. <https://doi.org/10.3233/ATDE200117>
- Thajudeen, S., Lennartsson, M., Elgh, F., & Persson, P. J. (2020b). Parametric modelling of steel connectors in a glulam based post and beam building system—Towards a flexible product platform approach. In *Transdisciplinary engineering for complex socio-technical systems—real-life applications* (pp. 564–573). IOS Press.