



OPTIMASI STRUKTUR ATAP TAHAP 1-4 BAJA WF DAN KOMBINASI WF SPACE FRAME TERHADAP BIAYA DAN WAKTU (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN ISLAMIC CENTER JAMBI)

Indah Puspita Dewi^{a*}, Ade Nurdin^b, Putri Nurul Kusum Whardani^c

^a Teknik Sipil; indahpuspitadewi893@gmail.com, Universitas Jambi

^b Teknik Sipil, Universitas Jambi

^c Teknik Sipil, Universitas Jambi

* Penulis Korespondensi: Indah Puspita Dewi

ABSTRACT

The roof structure of the Islamic Center Jambi building was initially planned entirely with Wide Flange (WF) steel. However, due to time limitations and tower crane capacity, stages 2–4 were redesigned into a Space Frame system to accelerate construction. This study aimed to analyze the cost and time comparison between a full WF structure (stages 1–4) and a WF–Space Frame combination (WF stage 1, Space Frame stages 2–4). Cost analysis was based on the 2023 Public Works Unit Price Analysis (AHSP), while scheduling was evaluated using the Critical Path Method (CPM). Results showed that the WF–Space Frame combination reduced costs by 11.989% (IDR 35.308 billion vs. 40.118 billion) and shortened project duration by 64 days (348 vs. 412). Therefore, the WF–Space Frame system proved more efficient in both cost and time, making it a more optimal alternative.

Keywords: *WF Steel Structure; Space Frame; Optimization; Cost; Time*

Abstrak

Struktur atap Gedung Islamic Center Jambi memiliki keunikan dengan empat tingkatan. Pada awal perencanaan seluruh elemen atap menggunakan baja Wide Flange (WF), namun pelaksanaan di lapangan menunjukkan keterbatasan waktu dan kapasitas tower crane, sehingga desain pada tahap 2 hingga tahap 4 diubah menjadi sistem Space Frame. Perubahan ini dilakukan untuk mempercepat penyelesaian proyek tanpa mengurangi fungsi struktur. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbandingan biaya dan waktu antara struktur baja WF penuh (tahap 1–4) dengan kombinasi WF–Space Frame (WF tahap 1 dan Space Frame tahap 2–4). Analisis biaya dilakukan berdasarkan *Analisis Harga Satuan Pekerjaan* (AHSP) Bidang Cipta Karya Tahun 2023, sedangkan analisis waktu pelaksanaan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur kombinasi WF–Space Frame menghasilkan total biaya Rp 35,308 miliar, lebih rendah 11,989% dibandingkan struktur WF penuh sebesar Rp 40,118 miliar. Dari aspek waktu, kombinasi membutuhkan 348 hari, lebih cepat 64 hari (15,53%) dibandingkan WF penuh yang memerlukan 412 hari. Dengan demikian, struktur kombinasi WF–Space Frame terbukti lebih efisien baik dari segi biaya maupun waktu, sehingga dapat dijadikan alternatif desain atap yang lebih optimal.

Kata Kunci: Struktur Baja WF; Space Frame; Optimasi; Biaya; Waktu

1. PENDAHULUAN

Atap merupakan elemen utama bangunan yang berfungsi melindungi bagian dalam dari pengaruh cuaca seperti angin, hujan, dan panas (Fikri, 2023). Struktur atap Gedung *Islamic Center Jambi* memiliki keunikan dengan empat tingkatan, di mana setiap tingkatan memiliki peran struktural berbeda. Pada tahap

awal, seluruh elemen atap direncanakan menggunakan baja WF. Namun, keterbatasan waktu pelaksanaan dan kapasitas alat angkat di lapangan menyebabkan desain tersebut tidak dapat dilaksanakan secara efektif. Pekerjaan struktur baja WF tahap pertama memakan waktu lebih lama dari jadwal yang direncanakan, yaitu dari minggu ke-42 hingga minggu ke-82 dari total 99 minggu pelaksanaan proyek. Dengan sisa waktu yang terbatas, penggunaan baja WF pada tahap-tahap berikutnya dinilai tidak efisien. Oleh karena itu, konsultan dan pihak pelaksana memutuskan untuk mengganti struktur atap tahap 2, 3, dan 4 menjadi sistem *space frame* karena lebih ringan dan cepat dalam proses pemasangan.

Perubahan jenis struktur tersebut didasarkan pada pertimbangan efisiensi waktu dan kemampuan alat angkat di lapangan. Sebagai contoh, elemen WF dengan dimensi 588x300x13x20 sepanjang 36 m memiliki berat mencapai 5,4 ton, sedangkan kapasitas *tower crane* hanya mampu mengangkat beban maksimal 1,8 ton. Hal ini memperkuat keputusan untuk beralih ke sistem *space frame*.

Penelitian sebelumnya oleh Nurul Hikmah (2022) menunjukkan bahwa struktur *space frame* lebih ekonomis dan efisien waktu dibanding struktur baja konvensional. Hasil studi tersebut memperlihatkan perbedaan biaya sekitar 45% lebih murah dan durasi pelaksanaan lebih cepat 16 hari dibanding struktur baja konvensional.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya dan waktu antara penggunaan struktur baja WF dan kombinasi WF-*space frame* pada proyek pembangunan *Islamic Center Jambi*. Analisis dilakukan menggunakan data perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan AHSP Bidang Cipta Karya Tahun 2023 serta analisis waktu dengan metode *Critical Path Method* (CPM).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran efisiensi antara kedua sistem struktur, menjadi acuan dalam pemilihan jenis rangka atap yang efektif terhadap biaya dan waktu pelaksanaan, serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan dalam bidang optimasi struktur baja

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada **Proyek Pembangunan Islamic Center Jambi**, yang berlokasi di Jalan Arena MTQ Gerbang IV, Jambi Selatan, Kota Jambi.



Penelitian difokuskan pada **analisis biaya dan waktu pelaksanaan struktur atap** dengan dua alternatif sistem, yaitu: a. struktur baja WF pada tahap 1 hingga tahap 4, dan b. struktur kombinasi baja WF pada tahap 1 serta *space frame* pada tahap 2-4.

Ruang Lingkup dan Variabel Penelitian

Ruang lingkup penelitian mencakup perhitungan **Rencana Anggaran Biaya (RAB)** dan **penjadwalan pekerjaan struktur atap**. Variabel yang digunakan meliputi:

- Struktur baja WF**, dengan profil H 350×350×12×19, WF 588×300×13×20, WF 600×200×11×17, WF 500×200×10×16, WF 400×200×8×13, dan WF 350×175×7×11.
- Struktur *space frame***, terdiri dari komponen *member* Ø2"-8", *ball joint* T.95-T.300, *base plate*, dudukan gording, plafon, dinding, serta *konsol WF*.
- Biaya dan waktu**, yang menjadi dasar analisis komparatif terhadap efisiensi masing-masing alternatif struktur.

2.1 Metode Penelitian dan Pengumpulan Data

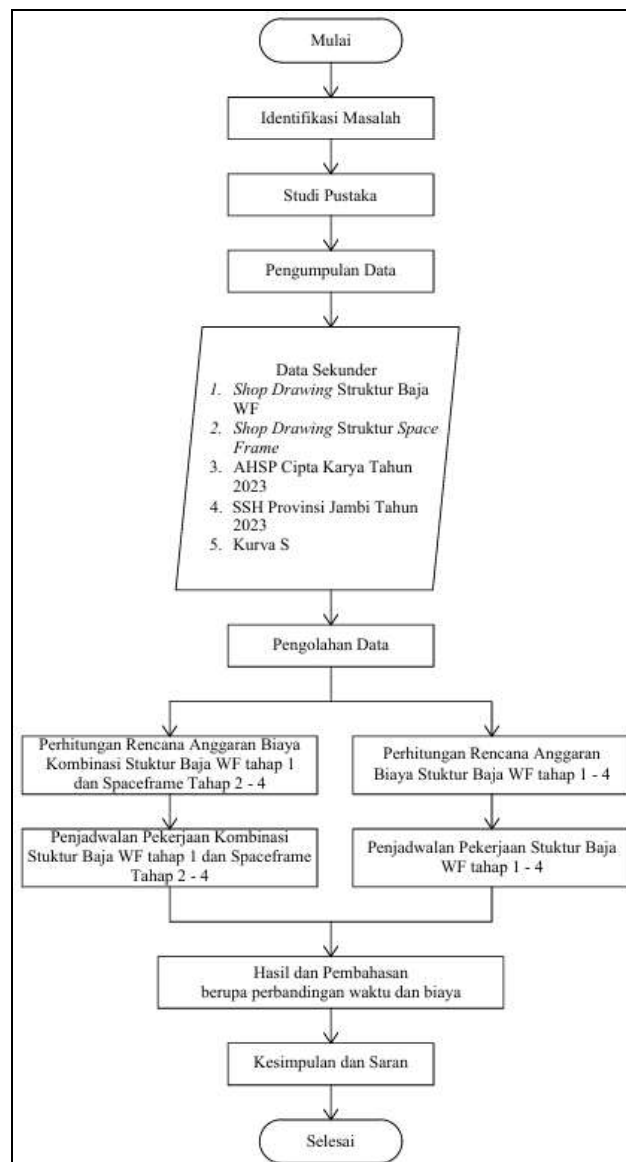
Metode yang digunakan adalah **kuantitatif dengan pendekatan komparatif**, yaitu membandingkan dua sistem struktur untuk menentukan efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan. Data yang digunakan merupakan **data sekunder** hasil studi dokumen dari pihak kontraktor dan manajemen konstruksi, meliputi *shop drawing* baja WF, desain *space frame*, kurva S, AHSP Bidang Cipta Karya 2023, serta SSH Provinsi Jambi 2023.

2.2 Tahapan Analisis Data

Analisis dilakukan melalui tahapan berikut:

- Studi literatur**, mencakup teori dan standar perhitungan RAB serta penjadwalan proyek.
- Pengumpulan data desain**, baik struktur WF maupun *space frame*.
- Perhitungan RAB** menggunakan *Microsoft Excel* berdasarkan AHSP 2023 dan SSH Provinsi Jambi 2023 (untuk WF), serta SSH DKI Jakarta 2024 (untuk *space frame*).
- Penjadwalan proyek** menggunakan metode **Critical Path Method (CPM)** pada *Microsoft Project*, untuk menentukan durasi dan jalur kritis pekerjaan.

Analisis komparatif, membandingkan hasil biaya dan waktu dari kedua sistem struktur untuk menentukan alternatif yang paling optimal.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membandingkan dua sistem struktur atap pada proyek *Islamic Center Jambi*, yaitu struktur **baja WF penuh (tahap 1–4)** dan struktur **kombinasi baja WF–space frame** (WF tahap 1 dan *space frame* tahap 2–4). Analisis dilakukan terhadap aspek **biaya konstruksi** dan **durasi pelaksanaan proyek** menggunakan metode **Critical Path Method (CPM)**.

4.1 Analisis Biaya

Hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) menunjukkan bahwa:

- Total biaya struktur **baja WF penuh** mencapai **Rp 40.118.211.416**,
- Sedangkan struktur **kombinasi baja WF–space frame** mencapai **Rp 35.308.087.211,35**.

Dengan demikian, sistem kombinasi menghasilkan **efisiensi biaya sebesar Rp 4.810.124.204,65** atau **11,989% lebih rendah** dibandingkan struktur baja WF konvensional. Efisiensi ini disebabkan oleh perbedaan jumlah elemen, bobot material, dan efektivitas sistem *space frame* dalam menyalurkan beban dengan elemen batang yang lebih ringan.

4.2 Analisis Waktu

Berdasarkan hasil penjadwalan menggunakan metode CPM:

- Durasi pekerjaan **struktur baja WF penuh** adalah **412 hari**,
- Sedangkan **struktur kombinasi WF–space frame** memerlukan **348 hari**.

Sistem kombinasi menunjukkan **efisiensi waktu sebesar 15,53%** atau **lebih cepat 64 hari** dibandingkan sistem WF penuh. Percepatan durasi ini disebabkan oleh metode fabrikasi dan perakitan *space frame* yang lebih efisien serta kemudahan dalam proses *erection* di lapangan.

4.3 Analisis Jalur Kritis

Hasil analisis CPM menunjukkan bahwa seluruh aktivitas yang berada pada **lintasan kritis** memiliki nilai *Total Float (TF)* = 0, yang berarti keterlambatan satu aktivitas akan langsung berdampak pada keterlambatan proyek secara keseluruhan. Aktivitas non-kritis memiliki *float* > 0 dan masih dapat mengalami keterlambatan tanpa memengaruhi jadwal proyek.

4.4 Pembahasan

Rekapitulasi perbandingan biaya antara pekerjaan struktur baja WF tahap 1-4 dan kombinasi Baja-space frame dilampirkan pada tabel berikut ini

No	Jenis Struktur	Total Biaya
1	Baja WF tahap 1 – 4	Rp 40.118.211.416
2	Kombinasi Baja WF – <i>Spaceframe</i>	Rp 35.308.087.211,35

Rekapitulasi perbandingan durasi pelaksanaan pekerjaan

No	Jenis Struktur	Durasi Pelaksanaan
1	Baja WF tahap 1 – 4	412 Hari
2	Kombinasi Baja WF – <i>Spaceframe</i>	348 Hari

Rekapitulasi lintasan jalur kritis pekerjaan baja WF tahap 1-4

No	Kode	Pekerjaan	TF
1	0A	Mobilisasi dan erection TC	0
2	1A	Pemotongan Kolom	0
3	1F	Pengelasan Kolom	0
4	1K	Pengecatan Kolom	0
5	1Q	Pemasangan Kolom Baja	0
6	1R	Pemasangan Balok Baja	0
7	1S	Pemasangan Baut	0
8	1T	Pemasangan CNP	0
9	1U	Pemasangan Baut CNP	0
10	1V	Pemasangan Trestang	0
11	2B	Pemotongan Balok	0
12	2G	Pengelasan Balok	0

Optimasi Struktur Atap Tahap 1-4 Baja WF dan Kombinasi WF Space Frame Terhadap Biaya dan Waktu (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Islamic Center Jambi) (Indah Puspita Dewi)

No	Kode	Pekerjaan	TF
13	2L	Pengecatan Balok	0
14	2P	Pemasangan Kolom Baja	0
15	2Q	Pemasangan Rafter Utama	0
16	2X	Pemasangan Tower Suport	0
17	3B	Pemotongan Balok	0
18	3G	Pengelasan Balok	0
19	3L	Pengecatan Balok	0
20	4B	Pemotongan Balok	0
21	4F	Pengelasan Balok	0
22	4J	Pengecatan Balok	0
23	4M	Pemasangan rafter puncak	0
24	4N	Pemasangan Balok Baja	0
25	4O	Pemasangan Baut	0
26	4P	Pemasangan CNP	0
27	4Q	Pemasangan Baut CNP	0
28	4R	Pemasangan Trestang	0

Rekapitulasi lintasan jalur kritis pekerjaan struktur atap kombinasi

No	Kode	Item Pekerjaan	TF
1	0A	Mobilisasi dan erection TC	0
2	1A	Pemotongan Kolom	0
3	1F	Pengelasan Kolom	0
4	1K	Pengecatan Kolom	0
5	1Q	Pemasangan Kolom Baja	0
6	1R	Pemasangan Balok Baja	0
7	1S	Pemasangan Baut	0
8	1T	Pemasangan CNP	0
9	1U	Pemasangan Baut CNP	0
10	1V	Pemasangan Trestang	0
11	2A	Fabrikasi komponen <i>Spaceframe</i>	0
12	2B	Pengantaran komponen <i>Spaceframe</i>	0
13	2C	Pengelasan console WF, balljoint mediator, plat pengaku	0
14	2D	Perakitan member od dan ball joint	0
15	2E	Pengecatan member od dan ball joint	0
16	2F	Perakitan tower support	0
17	2G	Erection member od dan ball joint	0

Dari hasil analisis biaya dan waktu, dapat disimpulkan bahwa **struktur kombinasi baja WF-space frame lebih efisien** dibandingkan struktur baja WF penuh. Efisiensi ini tidak hanya terlihat pada penghematan biaya dan percepatan waktu pelaksanaan, tetapi juga memberikan **dampak positif terhadap manajemen proyek**, seperti pengendalian sumber daya, efektivitas pelaksanaan, dan pengurangan risiko keterlambatan. Dengan demikian, sistem kombinasi WF-space frame dapat direkomendasikan sebagai **alternatif desain yang lebih optimal** untuk proyek konstruksi berskala besar yang menuntut efisiensi waktu dan biaya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis optimasi biaya dan waktu pada proyek *Pembangunan Gedung Islamic Center Jambi*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Dari aspek biaya**, sistem struktur atap kombinasi **baja WF-space frame** terbukti lebih efisien dibandingkan struktur baja WF penuh. Total biaya struktur kombinasi mencapai **Rp 35,31 miliar**, sedangkan struktur WF penuh mencapai **Rp 40,12 miliar**, sehingga diperoleh **efisiensi sebesar 11,989%** atau **Rp 4, 810.124.204,65**
- Dari aspek waktu pelaksanaan**, struktur kombinasi **WF-space frame** juga lebih cepat dengan durasi **348 hari**, dibandingkan struktur WF penuh yang membutuhkan **412 hari**. Efisiensi waktu yang dicapai sebesar **15,53%** atau percepatan **64 hari**.

Secara keseluruhan, struktur kombinasi **WF-space frame** memberikan kinerja yang lebih optimal dalam proyek dengan bentang besar dan batas waktu ketat. Keunggulan sistem ini terletak pada metode perakitan

- [16] Rahmania, A. (2021). Struktur *Space frame* sebagai Komponen Pembentuk Estetika pada Perancangan Gedung Pusat Seni Budaya Jawa Barat, di Bandung. *AGORA: Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti*, 18(2), 60–68. <https://doi.org/10.25105/agora.v18i02.7487>
- [17] Rizmolayasar, L. D., Susetyarto, M. B., & Rosnarti, D. (2023). Penggunaan Struktur *Space frame* Sebagai Elemen Estetika Pada Bangunan Cultural Center Di Berbagai Negara. *Metrik Serial Teknologi Dan Sains*, 4(2), 68–75. <http://publikasi.kocenin.com/index.php/teksi/article/view/472>
- [18] Sunanta, N. , W. G. , S. A. (2023). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pembangunan. *ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN KONSTRUKSI KAP BAJA RINGAN DENGAN KAP KAYU (Studi Kasus: Private Villa Kedungu, Kediri, Tabanan)*, 12(1), 2–19.
- [19] Wicaksono, A. B., & Setiawan, B. (2023). Analisa Pengendalian Waktu Menggunakan Metode Critical Path Method (Cpm) Pada Proyek Struktur Rangka Atap Baja Stasiun Kcic Karawang. *Jurnal Darma Agung*, 31(3), 50. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v31i3.3330>