

# MANAJEMEN BAJA TULANGAN DENGAN METODE *JUST IN TIME* DENGAN KOMBINASI *BAR BENDING SCHEDULE* (STUDI KASUS PROYEK GEDUNG X PROVINSI JAWA BARAT)

Atania QATRANNADA<sup>1\*</sup>, Faris FADHLURRAHMAN<sup>2</sup>, Rahmi HIDAYATI<sup>3\*</sup>,  
Merley MISRIANI<sup>4</sup>, Desmon HAMID<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang, Padang, Indonesia

\*Email korespondensi: [atianaqatrannada@gmail.com](mailto:atianaqatrannada@gmail.com), [rhidayati1974@gmail.com](mailto:rhidayati1974@gmail.com)

[diterima: 13 September 2022, disetujui: 28 Desember 2022]

## ABSTRACT

Reinforcement steel management is very important to implement building construction by the planned quality, time, and cost. Errors in planning the stages of the need for reinforcement steel will have a negative impact of construction projects. This research used detailed engineering design, master time schedules, and logistics data. The purpose of this study is to analyze the management of reinforcement steel using the Just In Time method combined with the Bar Bending Schedule. Calculating the quantity of reinforcement steel using the Bar Bending Schedule is adjusted to the stages of the need for the procurement of reinforcement steel on the 3rd and 4th floors. The procurement of reinforcement steel is made using the Just In Time method based on the schedule for the stages of the need for reinforcement steel. Optimal site management plan and mobilization of reinforcing steel are carried out so that the distribution process and the arrival of reinforcement steel at the construction site are on time as needed. From the results of the analysis, the Just In Time method combined with the Bar Bending Schedule is very efficient and effective compared to conventional methods that do not use these two methods. The use of the Bar bending schedule is more efficient than the conventional method because of the planning for the use of the remaining pieces of reinforcing steel before cutting the reinforcement steel so that it can be profitable in cost and time. The Just In Time method of procuring reinforcement steel is more effective because the arrival of reinforcing steel is only carried out based on the need, to reduce risks such as the reinforcement steel stack, limited storage space, and delays in arriving of the reinforcement steel.

**Key words:** *Reinforcement steel management, Just In Time, Bar Bending Schedule*

## INTISARI

Manajemen baja tulangan sangat penting agar pelaksanaan konstruksi gedung sesuai dengan mutu, waktu serta biaya yang direncanakan. Kesalahan dalam perencanaan tahapan kebutuhan baja tulangan akan berdampak buruk kepada pelaksanaan proyek konstruksi. Penelitian ini menggunakan data seperti *detail engineering design, master time schedule*, dan data logistik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa manajemen baja tulangan menggunakan metode *Just In Time* yang dikombinasikan dengan *Bar Bending Schedule*. Perhitungan kuantitas baja tulangan menggunakan *Bar Bending Schedule* disesuaikan dengan tahapan kebutuhan pengadaan baja tulangan pada lantai 3 dan 4. Pengadaan baja tulangan dibuat dengan metode *Just In Time* berdasarkan jadwal tahapan kebutuhan baja tulangan. *Site management plan* dan mobilisasi baja tulangan yang optimal dilakukan agar proses distribusi serta kedatangan baja tulangan di *construction site* tepat waktu sesuai kebutuhan. Dari hasil analisa didapatkan metode *Just In Time* yang dikombinasikan dengan *Bar Bending Schedule* sangat efisien dan efektif dibandingkan dengan cara konvensional yang tidak memakai kedua metode ini. Penggunaan *Bar bending Schedule* lebih efisien daripada cara konvensional karena adanya perencanaan penggunaan sisa potongan baja tulangan sebelum pelaksanaan pemotongan baja tulangan, sehingga dapat menguntungkan dari segi biaya dan waktu. Metode *Just In Time* pada pengadaan baja tulangan lebih efektif karena kedatangan baja tulangan hanya dilakukan sesuai dengan kebutuhan saja, sehingga dapat mengurangi risiko seperti penumpukan baja tulangan, terbatasnya lahan penyimpanan serta keterlambatan kedatangan baja tulangan.

**Kata kunci:** Manajemen baja tulangan, *Just In Time, Bar Bending Schedule*

## PENDAHULUAN

Salah satu aspek manajemen proyek yang sangat menentukan keberhasilan dan kelancaran suatu proyek konstruksi adalah manajemen material. Manajemen material adalah suatu fungsi yang bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan perencanaan (*planning*), pencarian sumber (*sourcing*), pembelian (*purchasing*), penyimpanan (*storing*), pengendalian (*controlling*) serta evaluasi (*evaluation*) material secara optimal sehingga dapat memenuhi kebutuhan material dan kelancaran suatu proyek konstruksi (Kho, 2017). Apabila penerapan manajemen material pada proyek konstruksi tidak baik, maka dapat menimbulkan pembengkakan biaya material. Biaya material adalah salah satu komponen biaya terbesar dalam suatu proyek dimana persinya dapat mencapai 50% - 60% dari total nilai proyek (Suanda, 2017).

Dalam proses pelaksanaan konstruksi gedung, seringkali terjadi masalah dalam manajemen baja tulangan yang timbul akibat perencanaan penjadwalan tahapan kebutuhan baja tulangan yang kurang tepat. Selain masalah terkait keterlambatan dan ketersediaan baja tulangan, pada proyek pembangunan gedung X juga ditemukan banyaknya sisa baja tulangan yang tidak terpakai. Kuantitas sisa baja tulangan yang tidak terpakai dapat menandakan tingkat kualitas manajemen baja tulangan pada proyek tersebut. Banyaknya sisa baja tulangan yang tidak terpakai dapat memberikan dampak negatif bagi proyek, terutama dari sektor biaya.

Oleh karena itu, dibutuhkan perencanaan dan pengendalian persediaan baja tulangan yang baik agar dapat mengurangi biaya pemeliharaan maupun menekan kemungkinan kerusakan atau kerugian akibat menimbun barang. Optimasi dalam proses perencanaan pemotongan baja tulangan yang akan digunakan sangat penting agar pembengkakan biaya terkait baja tulangan dapat dihindari. Selain itu, dalam proses manajemen baja tulangan juga diperlukan *site management plan*

yang baik, agar akses pengaturan serta pendistribusian baja tulangan di *construction site* berjalan dengan lancar. Untuk mengatasi masalah-masalah yang ditimbulkan dalam manajemen baja tulangan, ada beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode *Just In Time*. Metode *Just in Time* (JIT) adalah suatu konsep dimana bahan baku yang digunakan untuk aktifitas produksi didatangkan dari pemasok (*supplier*) secara tepat pada waktu bahan itu dibutuhkan oleh bagian produksi, sehingga akan menghemat bahkan meniadakan biaya persediaan barang, dan biaya penyimpanan barang di gudang penyimpanan (Madianto & Dwiatmanto, 2016). *Just In Time* merupakan salah satu dari berbagai macam teori mengenai pengendalian persediaan. Perkembangan *just time delivery* dilakukan sebagai upaya pengurangan persediaan (*inventory reduction*) yang berpotensi mengurangi biaya (biaya penyimpanan dan modal), meningkatkan produktivitas dan pengendalian mutu, serta meminimalkan *lead time* (Indrajit dan Djookopranoto, 2015). Dengan menerapkan sistem *Just In Time* ini maka diharapkan dalam proses akan memiliki biaya yang rendah, harga jual yang murah, kualitas yang baik, dan kemampuan ketepatan waktu pengiriman kepada pelanggan (Padmanty et al., 2018). *Just in time* adalah suatu sistem produksi yang dirancang untuk mendapatkan kualitas, menekan biaya, dan mencapai waktu seefisien mungkin dengan menghapus seluruh jenis pemborosan yang terdapat dalam proses produksi sehingga mampu menyerahkan produk sesuai dengan kehendak konsumen tepat waktu (Simamora, 2012; dalam Khaeriah, 2021). *Bar Bending Schedule* (BBS) adalah daftar pola pembengkokan tulangan yang meliputi diameter, panjang, bentuk dan jumlah tulangan. Perhitungan menggunakan BBS ini dikatakan dapat mempercepat dalam menghitung kebutuhan material dan biaya tulangan pada saat pekerjaan akan dimulai dan memiliki perhitungan yang tepat guna, akurat dan pasti (Datin, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penerapan manajemen baja tulangan dengan metode *Just In Time* untuk mencapai efisiensi dan efektivitas pekerjaan penulangan pada proyek pembangunan gedung X. Selain itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa efisiensi dari penggunaan *Bar Bending Schedule* dalam perhitungan kuantitas baja tulangan dibandingkan dengan cara konvensional. Penelitian ini hanya meninjau elemen *upper structure* untuk lantai 3 dan lantai 4 pada proyek pembangunan gedung X di Provinsi Jawa Barat.

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode deskriptif kuantitatif yaitu penelitian yang mempunyai tujuan untuk mendeskripsikan suatu fenomena, peristiwa, gejala, dan kejadian secara faktual, sistematis serta akurat. Metode penelitian deskriptif kuantitatif bertujuan untuk menjelaskan suatu fenomena dengan menggunakan angka yang menggambarkan karakteristik subjek yang diteliti.

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah, menjelaskan masalah yang terjadi terkait dengan manajemen baja tulangan yang menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini.
2. Studi literatur, yaitu mengkaji sumber tulisan yang sudah dibuat sebelumnya terkait dengan topik penelitian (jurnal, buku, prosiding).
3. Jenis dan sumber data, meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari observasi lapangan, wawancara, serta data yang diperoleh dari proyek seperti *detail engineering design*, *master time schedule* dan data logistik. Sedangkan data sekunder diperoleh dari buku, jurnal dan publikasi ilmiah terkait dengan topik penelitian.
4. Pengolahan data, dimulai dari perhitungan kuantitas baja tulangan

menggunakan *Bar Bending Schedule*, dilanjutkan melakukan penjadwalan kedatangan baja tulangan dengan metode *Just In Time* serta perhitungan biaya kebutuhan baja tulangan.

5. Analisa data, yaitu menganalisa metode *Just In Time* yang dikombinasikan dengan *Bar Bending Schedule* dalam manajemen baja tulangan agar mencapai efisiensi dan efektivitas pekerjaan penulangan pada proyek konstruksi gedung.
6. Kesimpulan dan saran, kesimpulan dihasilkan setelah mendapatkan hasil pengolahan data, analisa serta pembahasan yang dilakukan peneliti. Setelah didapatkannya kesimpulan, peneliti akan memberikan saran terkait objek penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Strategi Manajemen Baja Tulangan

Dalam mencapai kesuksesan manajemen baja tulangan, salah satu hal yang menjadi poin penting adalah perencanaan strategi yang tepat. Strategi merupakan usaha yang dilakukan agar mencapai suatu pencapaian yang diinginkan. Untuk itu, perlu dilakukan beberapa tahapan dalam perencanaan untuk mencapai efisiensi dan efektifitas manajemen baja tulangan dengan metode *Just In Time*.

#### *Site Management Plan*

*Site management plan* adalah gambaran rencana manajemen pelaksanaan pembangunan pada suatu lokasi secara detail. *Site management plan* harus direncanakan dengan baik sebelum pembangunan fisik dilaksanakan agar tidak terjadi masalah-masalah yang timbul akibat kurang baiknya penempatan setiap komponen pembangunan. Dalam perencanaan *site management plan* terdapat penempatan dan lebar jalan, akses di lokasi proyek seperti *tower crane*, kantor sementara, gudang tertutup maupun gudang terbuka, penempatan material konstruksi, toilet pekerja serta bangunan sementara untuk menunjang pelaksanaan

konstruksi bangunan tersebut. Seluruh komponen tersebut harus direncanakan dan diatur dengan matang untuk kelancaran proses pembangunan.

Jalan di dalam lokasi proyek perlu diperhitungkan agar kendaraan proyek bisa lewat tanpa mengganggu pekerjaan pembangunan. Selain itu lebar jalan juga direncanakan untuk *truck ready mix concrete* maupun truk pengangkut material lain, serta alat berat yang keluar atau masuk proyek. *Tower crane* pada proyek pembangunan gedung harus berada pada tempat yang bisa menjangkau seluruh area yang akan dibangun, lokasi penumpukan material, lokasi fabrikasi tulangan, serta lokasi penyimpanan bekisting dan scaffolding. Posisi *tower crane* harus direncanakan agar berada pada posisi yang tidak akan membuat pekerjaan pembangunan terganggu hingga proyek selesai. Kantor pelaksana sementara di proyek seharusnya bisa memudahkan pelaksana dalam mengawasi dan mengatur jalannya pekerjaan, maka dibutuhkan kantor sementara yang sangat memungkinkan pelaksana melihat hampir seluruh area yang akan dibangun. Selain itu terdapat kantor sementara K3, mekanik dan logistik yang posisinya akan memudahkan mereka dalam melaksanakan pekerjaan masing-masing. gudang terbuka pada proyek merupakan tempat penumpukan material yang berada pada area terbuka, gudang terbuka menjadi tempat penyimpanan material yang tidak mudah terpengaruh oleh cuaca. Sedangkan gudang tertutup merupakan tempat penyimpanan material yang tertutup oleh dinding dan atap sehingga material tidak akan terpengaruh oleh cuaca luar ruangan.

#### *Mobilisasi Baja Tulangan*

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, manajemen material terkait dengan mobilisasi material, untuk topik penelitian ini khususnya baja tulangan, harus direncanakan dengan matang agar mencapai kesuksesan dalam pelaksanaan konstruksi. Untuk itu dibutuhkan suatu metode mobilisasi baja tulangan yang

sesuai dengan prosedur masing-masing proyek konstruksi. Maksud dan tujuan mobilisasi baja tulangan adalah agar tersedianya baja tulangan yang dibutuhkan oleh pelaksana konstruksi untuk melaksanakan pekerjaan penulangan, sesuai dengan spesifikasi teknis, yang tercantum di dalam dokumen kontrak.

Pada penelitian ini, kebutuhan baja tulangan akan dihitung dengan menggunakan *Bar Bending Schedule*. Setelah dilakukan perhitungannya akan keluar hasil perhitungan berupa jumlah batang baja tulangan serta berat baja tulangan yang dibutuhkan. Kebutuhan tersebut akan menjadi kuantitas yang akan dimobilisasi. Setelah mendapatkan kuantitas baja tulangan, dilakukan perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk proses mobilisasi baja tulangan tersebut. Pada proyek pembangunan gedung X, jarak antara lokasi *supplier* dengan lokasi proyek gedung X adalah 33 km dengan waktu tempuh sekitar 1 jam. Jarak ini ditempuh jika melewati tol Jagorawi yang akan langsung tembus ke pintu gerbang proyek gedung X. Selain melewati jalur tol Jagorawi, juga terdapat jalur lain yaitu tanpa melalui tol dengan jarak tempuh 32 km dengan waktu 1 jam 12 menit. Dengan dua kondisi tersebut, akan ada beberapa hal yang bisa dipertimbangkan, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Jika melalui tol Jagorawi, estimasi kedatangan baja tulangan lebih cepat karena keadaan lalu lintas tol yang cenderung ramai lancar sehingga kecil kemungkinan adanya kemacetan lalu lintas. Namun apabila melewati jalur tol Jagorawi, akan dikenakan biaya tambahan untuk pemakaian tol tersebut.
- b. Jika melalui jalan tanpa tol, estimasi kedatangan baja tulangan di lokasi proyek akan memiliki beberapa kemungkinan buruk, kurangnya lebar badan jalan pada jalur ini dibandingkan dengan jalan tol membuat keadaan lalu lintas menjadi padat, bahkan cenderung mengalami kemacetan pada waktu tertentu. Namun

karena jalur ini merupakan jalur non tol, sehingga tidak dibutuhkan biaya tambahan untuk pemakaian jalur tersebut.

Pada penerapan mobilisasi baja tulangan di proyek pembangunan gedung X, penulis lebih memilih strategi pada point a, yaitu dengan menggunakan jalur tol Jagorawi. Hal ini karena pada jalur tol Jagorawi estimasi kedatangan baja tulangan lebih memungkinkan tepat waktu daripada melewati jalur non tol. Tepat waktunya kedatangan baja tulangan sangat penting karena jika tidak maka akan membuat pekerjaan penulangan menjadi terlambat. Walaupun akan dikenakan biaya tambahan karena pemakaian jalan tol, hal tersebut tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap biaya pengiriman karena biaya sudah diatur dalam kontrak.

### Perhitungan Kuantitas Baja Tulangan Dengan Bar Bending Schedule

Perhitungan kebutuhan baja tulangan dilakukan berdasarkan gambar *detail engineering design* dan standar penulangan yang mengacu pada SNI 2013. Data tersebut diperlukan untuk menghitung panjang penjangkaran, panjang *overlap*, dan panjang tekukan dari tiap komponen tulangan penyusun struktur atas. Format BBS yang digunakan mencakup bentuk dan panjang potongan tulangan. Adapun langkah-langkah dalam menggunakan *Bar Bending Schedule* adalah sebagai berikut:

- Pada tahap awal, menentukan bentuk potongan tulangan yang akan digunakan. sesuai dengan *detail engineering design*. Setelah mendapatkan bentuk potongan tulangan yang tepat, maka dapat dilanjutkan dengan mengisi dimensi panjang dari setiap komponen tulangan tersebut, seperti panjang bentang, *overlap*, panjang penjangkaran, dan panjang tekukan.
- Setelah didapatkan perhitungan kebutuhan baja tulangan sesuai dengan standar, maka langkah selanjutnya adalah melakukan

konversi untuk mengetahui jumlah kebutuhan tulangan berdasarkan panjang baja tulangan yang tersedia. Pada BBS ini, telah dilakukan secara otomatis konversi kebutuhan baja tulangan. Selain itu, juga sudah terdapat jumlah berat baja tulangan.

- Setelah dilakukan konversi baja tulangan, selanjutnya adalah melakukan optimasi baja tulangan, yaitu dengan cara mendistribusikan sisa potongan yang masih sesuai dengan spesifikasi. Perhitungan distribusi sisa potongan tulangan dilakukan dengan memperhitungkan penggunaan sisa potongan tulangan di bagian awal sebelum pemotongan baja tulangan, sehingga pada bagian akhirnya sisa tulangan ini dapat dimanfaatkan di bagian struktur lainnya.

Berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan kuantitas baja tulangan dengan *Bar Bending Schedule* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi kuantitas baja tulangan dengan *Bar Bending Schedule*

| Rekapitulasi Kuantitas Total Kebutuhan Baja Tulangan |                 |          |          |          |          |                 |          |          |          |          |
|------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Dia. Tulangan                                        | Lantai 3 (Zona) |          |          |          |          | Lantai 4 (Zona) |          |          |          |          |
|                                                      | 1               | 2        | 3        | 4        | 5        | 1               | 2        | 3        | 4        | 5        |
| D10                                                  | 14<br>04        | 10<br>10 | 13<br>34 | 11<br>03 | 11<br>56 | 14<br>04        | 10<br>10 | 13<br>34 | 11<br>03 | 11<br>56 |
| D13                                                  | 23<br>3         | 11       | 20<br>5  | 10       | 80       | 23<br>3         | 11       | 10       | 10       | 70       |
| D16                                                  | 58<br>7         | 24<br>1  | 57<br>4  | 20<br>5  | 56<br>8  | 58<br>7         | 24<br>1  | 57<br>4  | 20<br>5  | 40<br>5  |
| D19                                                  | 35<br>8         | 15<br>5  | 34<br>1  | 16<br>8  | 34<br>1  | 35<br>8         | 15<br>5  | 34<br>1  | 16<br>8  | 34<br>1  |
| D25                                                  | 21              | 0        | 9        | 0        | 21       | 21              | 12<br>8  | 9        | 0        | 21       |

### Penjadwalan Tahapan Kebutuhan Baja Tulangan Dengan Metode *Just In Time*

Penjadwalan tahapan kebutuhan baja tulangan merupakan perencanaan jadwal yang berkaitan dengan pekerjaan penulangan, meliputi jadwal pemesanan baja tulangan, jadwal pendatangan baja tulangan, jadwal pelaksanaan pekerjaan penulangan, serta kuantitas yang dibutuhkan pada saat proses pemesanan dan pendatangan baja tulangan.

Jadwal ini mengacu kepada *master time schedule* pekerjaan *upper structure* pada proyek pembangunan gedung X untuk kebutuhan per zona di lantai 3 dan lantai 4. Pada tahap ini, perencanaan seluruh jadwal akan dibuat berdasarkan prinsip metode *Just In Time*.

Tabel 2. Jadwal kedatangan baja tulangan untuk lantai 3 dengan metode *Just In Time*

| Jadwal Tahapan Kebutuhan Baja Tulangan Lantai 3 Proyek Gedung X |                      |                   |                                   |                                    |         |         |                  |                                 |           |           |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------------|-----------|-----------|
| Zona                                                            | Elemen Struktur      | Diameter Tulangan | Kuantitas Kebutuhan Baja Tulangan | Kuantitas Kedatangan Baja Tulangan |         |         | Jadwal Pemesanan | Jadwal Kedatangan Baja Tulangan |           |           |
|                                                                 |                      |                   |                                   | Tahap 1                            | Tahap 2 | Tahap 3 |                  | Tahap 1                         | Tahap 2   | Tahap 3   |
| 1                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1404                              | 1406                               | -       | -       | 10-Aug-21        | 24-Aug-21                       | -         | -         |
|                                                                 |                      | D13               | 29                                | 31                                 | -       | -       |                  | -                               | -         |           |
|                                                                 |                      | D19               | 308                               | 310                                | -       | -       |                  | -                               | -         |           |
|                                                                 |                      | D25               | 21                                | 23                                 | -       | -       |                  | -                               | -         |           |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 204                               | 102                                | -       | 102     | 10-Aug-21        | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D16               | 587                               | 302                                | -       | 287     |                  | -                               | -         | 11-Sep-21 |
|                                                                 |                      | D19               | 50                                | 27                                 | -       | 23      |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D22               | 166                               | 87                                 | -       | 81      |                  | -                               | -         | -         |
| 2                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1010                              | 1010                               | -       | -       | 10-Aug-21        | 31-Aug-21                       | -         | -         |
|                                                                 |                      | D13               | 11                                | 11                                 | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D19               | 155                               | 155                                | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D25               | 0                                 | 0                                  | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 0                                 | -                                  | -       | -       | 10-Aug-21        | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D16               | 241                               | 121                                | 121     | -       |                  | 7-Sep-21                        | 13-Sep-21 | -         |
|                                                                 |                      | D19               | 0                                 | -                                  | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D22               | 128                               | 64                                 | 64      | -       |                  | -                               | -         | -         |
| 3                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1315                              | 1215                               | -       | -       | 10-Aug-21        | 4-Sep-21                        | -         | -         |
|                                                                 |                      | D13               | 5                                 | 5                                  | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D19               | 310                               | 310                                | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D25               | 9                                 | 9                                  | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 200                               | 200                                | -       | -       | 10-Aug-21        | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D16               | 574                               | 574                                | -       | -       |                  | 11-Sep-21                       | -         | -         |
|                                                                 |                      | D19               | 31                                | 31                                 | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D22               | 185                               | 185                                | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
| 4                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1103                              | 1103                               | -       | -       | 10-Aug-21        | 7-Sep-21                        | -         | -         |
|                                                                 |                      | D13               | 10                                | 10                                 | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D19               | 168                               | 168                                | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D25               | 0                                 | 0                                  | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 0                                 | -                                  | -       | -       | 10-Aug-21        | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D16               | 205                               | 205                                | -       | -       |                  | 24-Sep-21                       | -         | -         |
|                                                                 |                      | D19               | 0                                 | -                                  | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D22               | 128                               | 128                                | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
| 5                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1156                              | 575                                | 577     | -       | 10-Aug-21        | 11-Sep-21                       | 24-Sep-21 | -         |
|                                                                 |                      | D13               | 20                                | 10                                 | 10      | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D19               | 289                               | 144                                | 143     | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D25               | 21                                | 10                                 | 9       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 60                                | 58                                 | -       | -       | 10-Aug-21        | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D16               | 568                               | 566                                | -       | -       |                  | 24-Sep-21                       | -         | -         |
|                                                                 |                      | D19               | 52                                | 52                                 | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |
|                                                                 |                      | D22               | 165                               | 163                                | -       | -       |                  | -                               | -         | -         |

Seperti yang terlihat pada Tabel 2, di dalamnya terdapat kuantitas kebutuhan baja tulangan, waktu pemesanan baja tulangan, waktu kebutuhan serta waktu kedatangan baja tulangan di lokasi proyek. Kebutuhan setiap diameter baja tulangan dikelompokkan berdasarkan zona dan item pekerjaan. Pada proses pembuatan jadwal tersebut, penulis menitikberatkan kepada usaha yang semaksimal mungkin tidak menimbulkan penumpukan baja tulangan di lokasi proyek. Hal ini dilakukan dengan meminimalisir waktu tunggu antara kedatangan baja tulangan di lokasi proyek dengan jadwal kebutuhan pemakaian baja tulangan tersebut. Ini

merupakan konsep utama dari metode *Just In Time*, yang mana proses mendatangkan barang dilakukan pada saat barang tersebut dibutuhkan. Dengan jeda waktu yang tidak terlalu lama, maka baja tulangan tidak akan menumpuk terlalu lama di lokasi proyek atau gudang penyimpanan, dan juga dapat terhindarnya kerusakan sebelum baja tulangan digunakan. Berikut ini jadwal kedatangan baja tulangan untuk lantai 4 dengan metode *Just In Time* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jadwal kedatangan baja tulangan untuk lantai 4 dengan metode *Just In Time*

| Jadwal Tahapan Kebutuhan Baja Tulangan Lantai 4 Proyek Gedung X |                      |                   |                                   |                                |         |         |        |                  |                                 |           |         |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|---------|--------|------------------|---------------------------------|-----------|---------|
| Zona                                                            | Item Pekerjaan       | Diameter Tulangan | Kuantitas Kebutuhan Baja Tulangan | Jadwal Kebutuhan Baja Tulangan |         |         | Satuan | Jadwal Pemesanan | Jadwal Kedatangan Baja Tulangan |           |         |
|                                                                 |                      |                   |                                   | Tahap 1                        | Tahap 2 | Tahap 3 |        |                  | Tahap 1                         | Tahap 2   | Tahap 3 |
| 1                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1404                              | 1406                           | -       | -       | Btg    | 10-Aug-21        | 22-Sep-21                       | -         | -       |
|                                                                 |                      | D13               | 29                                | 31                             | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 308                               | 311                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D25               | 21                                | 23                             | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 204                               | 102                            | -       | 102     | Btg    | 10-Aug-21        | 28-Sep-21                       | 2 Okt 21  | -       |
|                                                                 |                      | D16               | 587                               | 302                            | -       | 287     | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 50                                | 27                             | -       | 23      | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D22               | 166                               | 87                             | -       | 81      | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
| 2                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1010                              | 1010                           | -       | -       | Btg    | 10-Aug-21        | 24-Sep-21                       | -         | -       |
|                                                                 |                      | D13               | 11                                | 11                             | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 155                               | 155                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D25               | 0                                 | 0                              | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 0                                 | 0                              | -       | -       | Btg    | 10-Sep-21        | 5 Okt 21                        | -         | -       |
|                                                                 |                      | D16               | 241                               | 241                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 0                                 | 0                              | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D22               | 128                               | 128                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
| 3                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1315                              | 1215                           | -       | -       | Btg    | 10-Sep-21        | 26-Sep-21                       | -         | -       |
|                                                                 |                      | D13               | 5                                 | 5                              | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 310                               | 310                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D25               | 9                                 | 9                              | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 200                               | 200                            | -       | -       | Btg    | 10-Sep-21        | 5-Oct-21                        | -         | -       |
|                                                                 |                      | D16               | 574                               | 574                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 31                                | 31                             | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D22               | 185                               | 185                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
| 4                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1103                              | 1103                           | -       | -       | Btg    | 10-Sep-21        | 30-Sep-21                       | -         | -       |
|                                                                 |                      | D13               | 10                                | 10                             | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 168                               | 168                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D25               | 0                                 | 0                              | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 0                                 | -                              | -       | -       | Btg    | 10-Sep-21        | 12-Oct-21                       | -         | -       |
|                                                                 |                      | D16               | 205                               | 205                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 0                                 | -                              | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D22               | 128                               | 128                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
| 5                                                               | Plat dan Balok       | D10               | 1010                              | 1008                           | -       | -       | Btg    | 10-Sep-21        | 10-Oct-21                       | -         | -       |
|                                                                 |                      | D13               | 10                                | 8                              | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 289                               | 287                            | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D25               | 21                                | 19                             | -       | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 | Kolom dan Shear Wall | D13               | 60                                | 30                             | 28      | -       | Btg    | 10-Sep-21        | 12-Oct-21                       | 17-Oct-21 | -       |
|                                                                 |                      | D16               | 405                               | 203                            | 200     | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D19               | 52                                | 30                             | 20      | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |
|                                                                 |                      | D22               | 125                               | 68                             | 55      | -       | Btg    |                  |                                 | -         | -       |

Akan tetapi, pada realisasi di proyek konstruksi, metode ini sering dikombinasikan dengan keadaan masing-masing proyek konstruksi. Contohnya pada perhitungan kali ini, penulis masih memperhitungkan *contingency plan* (rencana cadangan) apabila terjadi suatu hal yang tidak terduga di lokasi proyek, seperti kekurangan stok baja tulangan dari kebutuhan sebenarnya. Oleh karena itu, penulis melebihkan sedikit pemesanan baja tulangan untuk masing-masing diameter per lantai. Apabila stok tersebut diakhir pekerjaan lantai (zona 5) tidak terpakai, maka stok

tersebut menjadi dipakai untuk kebutuhan baja tulangan, yang mana pada pemesanan terakhir kuantitas baja tulangan akan dikurangi dari yang rencana semula, karena sudah tertutupi oleh stok sebelumnya.

### Perhitungan Biaya Kebutuhan Baja Tulangan Dengan Metode *Just In Time*

Perhitungan biaya kebutuhan baja tulangan pada pekerjaan *upper structure* adalah perhitungan untuk mengetahui biaya yang akan dibutuhkan atau dikeluarkan pada saat pembelian baja tulangan. Biaya ini dihitung berdasarkan kuantitas baja tulangan yang sebelumnya telah dihitung menggunakan *Bar Bending Schedule*. Harga baja tulangan dihitung berdasarkan berat dari setiap ukuran diameter. Dari perhitungan biaya pembelian baja tulangan, dapat diketahui jumlah biaya yang dibutuhkan untuk lantai 3 sebesar Rp.1.365.317.740,80. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk lantai 4 sebesar Rp.1.328.595.787,20. Berikut ini rekapitulasi biaya pembelian baja tulangan untuk lantai 3 dan 4 dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Rekapitulasi biaya pembelian baja tulangan lantai 3

| Rekapitulasi Biaya Pembelian Baja Tulangan Lantai 3 |          |              |             |               |                     |
|-----------------------------------------------------|----------|--------------|-------------|---------------|---------------------|
| No                                                  | Diameter | Jumlah (Btg) | Jumlah (Kg) | Harga (Rp/kg) | Total Harga (Rp/kg) |
| 1                                                   | D10      | 5888         | 71645.184   | Rp10,400      | Rp745,109,913.60    |
| 2                                                   | D13      | 539          | 6558.522    | Rp10,400      | Rp68,208,940.80     |
| 3                                                   | D16      | 2176         | 26477.568   | Rp10,400      | Rp275,366,707.20    |
| 4                                                   | D19      | 1363         | 16584.984   | Rp10,400      | Rp172,483,833.60    |
| 5                                                   | D22      | 772          | 9393.696    | Rp10,400      | Rp97,694,438.40     |
| 6                                                   | D25      | 51           | 620.568     | Rp10,400      | Rp6,453,907.20      |
| Total Biaya Pembelian                               |          |              |             |               | Rp1,365,317,740.80  |

Tabel 5. Rekapitulasi biaya pembelian baja tulangan lantai 4

| Rekapitulasi Biaya Pembelian Baja Tulangan Lantai 4 |          |              |             |               |                     |
|-----------------------------------------------------|----------|--------------|-------------|---------------|---------------------|
| No                                                  | Diameter | Jumlah (Btg) | Jumlah (Kg) | Harga (Rp/kg) | Total Harga (Rp/kg) |
| 1                                                   | D10      | 5740         | 69844.32    | Rp10,400      | Rp726,380,928.00    |
| 2                                                   | D13      | 525          | 6388.2      | Rp10,400      | Rp66,437,280.00     |
| 3                                                   | D16      | 2012         | 26477.568   | Rp10,400      | Rp275,366,894.40    |
| 4                                                   | D19      | 1359         | 16536.312   | Rp10,400      | Rp171,977,644.80    |
| 5                                                   | D22      | 732          | 7921.368    | Rp10,400      | Rp82,382,227.20     |

| Rekapitulasi Biaya Pembelian Baja Tulangan Lantai 4 |          |              |             |               |                     |
|-----------------------------------------------------|----------|--------------|-------------|---------------|---------------------|
| No                                                  | Diameter | Jumlah (Btg) | Jumlah (Kg) | Harga (Rp/kg) | Total Harga (Rp/kg) |
| 6                                                   | D25      | 49           | 596.232     | Rp10,400      | Rp6,200,812.80      |
| Total Biaya Pembelian                               |          |              |             |               | Rp1,328,595,787.20  |

### PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya, penggunaan *Just In Time* yang dikombinasikan dengan *Bar Bending Schedule* dapat diaplikasikan di proyek konstruksi dengan berbagai macam pendekatan sesuai dengan kondisi dari masing-masing proyek. Seperti pada perhitungan kuantitas baja tulangan, penggunaan *Bar Bending Schedule* sangat menguntungkan para pelaku konstruksi, baik dari segi waktu pengerjaan perhitungan kuantitas, maupun dari segi optimasi baja tulangan yang akan digunakan. Perhitungan kuantitas baja tulangan dengan cara konvensional (menghitung manual) akan memakan waktu yang sangat lama. Selain itu, dalam pendistribusian sisa potongan baja tulangan juga akan mengalami kesulitan karena harus menyesuaikan sisa potongan yang ada dengan potongan baja tulangan yang akan dibutuhkan. Ini akan membutuhkan usaha yang besar bagi para pelaku konstruksi untuk mencari dan menyesuaikan dengan gambar rencana.

Pada analisa tahap pemesanan dan kedatangan baja tulangan, terlihat bahwa dengan menggunakan metode *Just In Time*, frekuensi kedatangan baja tulangan menjadi lebih sering dilakukan. Hal ini disebabkan karena dalam penggunaan metode ini sangat meminimalisir persediaan baja tulangan di lokasi proyek. Efek sampingnya, hal ini dapat beresiko tidak adanya persediaan sama sekali di lokasi proyek. Oleh karena itu, untuk menghindari hal yang tidak terduga terjadi di lapangan, pada perhitungan kuantitas kedatangan baja tulangan, penulis juga memperhitungkan *contingency plan* (rencana cadangan), yaitu dengan melebihkan kuantitas pemesanan batang baja sebanyak 2 batang per masing-masing diameter pada saat kedatangan

awal. Ini membuktikan bahwa penggunaan metode *Just In Time* dalam proses pemesanan dan kedatangan baja tulangan tidak bisa hanya mengikuti prinsip *Just In Time* saja, tetapi harus disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik dari setiap proyek konstruksi. Dalam aplikasi penggunaan metode *Just In Time*, ada beberapa hambatan yang dapat ditemui, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Tidak adanya persediaan baja tulangan di lokasi proyek akan menyebabkan kekurangan stok baja tulangan yang dapat menunda pekerjaan penulangan.
2. *Just In Time* memerlukan komunikasi yang tinggi antar stakeholder yang bersangkutan karena diasumsikan bahwa proses terstruktur dengan baik dan disinkronkan. Selain itu, komunikasi dengan stakeholder eksternal (*supplier*) juga perlu diperhatikan untuk memberikan pelayanan dan baja tulangan tersedia tepat pada waktunya.
3. *Just In Time* sangat sensitif dengan isu transportasi. Hal ini membutuhkan sistem transportasi yang responsif untuk mencegah keterlambatan kedatangan baja tulangan ke lokasi proyek. Fasilitas infrastruktur dari lokasi pembelian material ke lokasi proyek harus diperhatikan.
4. Jarak pemasok juga dapat menjadi penghambat dalam penggunaan metode *Just In Time*. Untuk itu, pihak proyek harus dapat memilih *supplier* yang memang memenuhi jarak aman dalam proses pengiriman baja tulangan ke lokasi proyek.
5. Frekuensi perubahan jadwal juga dapat menjadi penghambat dalam penggunaan metode *Just In Time*. Ini dapat mengakibatkan terlambatnya kedatangan baja tulangan karena pihak *supplier* juga harus menjadwalkan ulang produksi baja tulangan yang baru.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan oleh penulis, penerapan strategi manajemen baja tulangan dengan metode *Just In Time* dapat dilakukan pada studi kasus proyek pembangunan gedung X, dengan mempertimbangkan hal-hal dari segi *site plan management*, mobilisasi baja tulangan, *contingency plan*, serta dalam perhitungan perlu dibantu dengan *Bar Bending Schedule* dalam mencapai efisiensi dan efektifitas pekerjaan penulangan. Penggunaan *Bar Bending Schedule* dalam perhitungan kuantitas kebutuhan baja tulangan lebih efisien dibandingkan dengan cara konvensional karena pada perhitungan *Bar Bending Schedule* sudah ada perencanaan penggunaan sisa baja tulangan sebelum pelaksanaan pekerjaan penulangan dilakukan, sedangkan dengan cara konvensional belum dilakukan perencanaan penggunaan sisa potongan baja tulangan sehingga akan memakan waktu lebih lama untuk memikirkan penggunaan sisa potongan baja tulangan. Selain itu, penggunaan *Bar Bending Schedule* lebih hemat dari segi pemesanan baja tulangan dibandingkan cara konvensional karena pemanfaatan sisa potongan baja tulangan lebih optimal dibandingkan dengan cara konvensional yang cenderung sering membeli baja tulangan yang baru. Efektivitas dari penggunaan *Bar Bending Schedule* adalah membuat pekerjaan penulangan menjadi terstruktur, tepat jumlah sesuai kebutuhan, dan juga tepat pada waktu yang telah direncanakan.

Berdasarkan analisa perhitungan tahapan kebutuhan baja tulangan, didapatkan kuantitas baja tulangan untuk lantai 1 adalah untuk baja tulangan D10 sebanyak 5888 batang, D13 sebanyak 539 batang, D16 sebanyak 2176 batang, D19 sebanyak 1363 batang, D22 sebanyak 772 batang, dan D25 sebanyak 51 batang. Sedangkan untuk lantai 4 adalah untuk baja tulangan D10 sebanyak 5740 batang, D13 sebanyak 525 batang, D16 sebanyak 2012 batang, D19 sebanyak 1359 batang, D22

sebanyak 732 batang dan D25 sebanyak 49. Setelah dilakukan perhitungan biaya didapatkan jumlah biaya yang dibutuhkan untuk lantai 3 sebesar Rp.1.365.317.740,80. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk lantai 4 sebesar Rp.1.328.595.787,20. Dalam analisa penjadwalan kedatangan baja tulangan menggunakan metode *Just In Time*, didapatkan kedatangan baja tulangan dilakukan dengan frekuensi lebih sering untuk menghindari persediaan yang banyak dimana membutuhkan lahan penumpukan yang lebih luas, sehingga pekerjaan penulangan tepat waktu dan sesuai dengan kebutuhan disetiap jadwal pekerjaan penulangan di lokasi proyek konstruksi. Untuk kuantitas kedatangan baja tulangan dilakukan sesuai tahapan kebutuhan dari jadwal pelaksanaan pekerjaan penulangan.

Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dan referensi dalam penerapan manajemen baja tulangan untuk proyek konstruksi yang akan datang. Manajemen baja tulangan dengan metode *Just In Time* yang dikombinasikan dengan penggunaan *Bar Bending Schedule* lebih efisien dan efektif dari segi biaya dan waktu pekerjaan penulangan. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat meneliti lebih dalam terkait metode *Just In Time* ini dengan kombinasi lebih banyak dan mendalam sesuai kebutuhan di *construction site* agar dapat menjadi acuan baru dalam dunia konstruksi.

## REFERENSI

- Ahadian, E. R., 2017. Studi Manajemen Persediaan *Just In Time* pada Proyek Konstruksi Gedung KPP Menteng. *Techno Jurnal Penelitian*.
- A. Madianto, AR. Dzulkirom., 2016. *Analisis Implementasi Sistem Just In Time (Jit) Pada Persediaan Bahan Baku Untuk Memenuhi Kebutuhan Produksi (Studi Padapt Alinco, Karangploso, Malang)*. *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*|Vol. 38 No. 1 September 2016.
- Datin, I. I., 2020. Evaluasi Perhitungan Material dan Biaya Besi Pada Proyek Rumah Dinas Polres Kota Sukabumi. *Jurnal Student Teknik Sipil*, 1.
- Firqinia Fristia, V., Adi, T. J. W., 2016. *Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Penggunaan Metode Just In Time Untuk Komponen Pracetak Pada Perusahaan Konstruksi Kota Surabaya*, Surabaya.
- Institute, P. M., 2017. *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge* (6th ed.). Project Management Institute, Inc, U.S.
- Khaeriah, M. B., 2021. *Penerapan Just In Time Sebagai Pengendalian Bahan Baku (Studi Kasus PT Eastern Pearl Flour Mills Makassar)*, Makassar.
- Kho, B., 2017. Pengertian Manajemen Material dan Ruang Lingkupnya. URL <https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-manajemen-material-ruang-lingkup-material-management/> (Accessed: 28 April 2022)
- Lestaluhu, M., & Musyafa, A. (2020). Prosiding Kolokium FTSP UII Analisis Manajemen Material Dengan Metode *Just In Time* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel Manohara Yogyakarta). In: Kolokium FTSP UII. Yogyakarta.
- Oktaviani, C. Z., 2011. Metode *Just In Time* Dalam Pengelolaan Persediaan Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi. *Jurnal Inersia*, 2.
- Padmantyo et al., 2018. *EOQ dan JIT : Mana Yang Lebih Tepat Diterapkan Perusahaan Manufaktur?*. Prosiding: The National Conferences Management and Business (NCMAB).
- Suanda, B., 2017. *Advanced & Effective Project Management* (Jilid 1, Vol. 1). PT PP Persero Tbk. Indonesia.