



BAB 5 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Permodelan Persediaan

Analisis data dilakukan dengan mengadakan permodelan persediaan dan menghitung biaya pengadaan material dengan metode-metode berbasis *Material Requirement Planning* (MRP) untuk menentukan metode dengan biaya pengadaan yang paling ekonomis. *Output* biaya tersebut dibandingkan dengan realisasi proyek. Permodelan persediaan dilakukan dengan menggunakan data sekunder dan data primer yang telah diperoleh dari pelaksanaan survei. Data material yang telah diperoleh secara langsung dilakukan pengolahan untuk mendapatkan kebutuhan data material dari awal proyek hingga pelaksanaan survei (selama bulan Maret hingga November 2020) dan dari data material diperoleh data kebutuhan material setiap bulan. Perhitungan pertama yang dilakukan adalah perhitungan untuk menentukan lot pemesanan. Lot yang telah ditentukan akan digunakan untuk menghitung sisa persediaan material hingga diperoleh biaya total pengadaan untuk menentukan metode mana yang memiliki *output* paling rendah. Perhitungan analisis pengadaan material dengan menggunakan *Material Requirement Planning* (MRP) membutuhkan data total kebutuhan material, rata-rata kebutuhan material setiap bulan, biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Data permodelan persediaan diperlihatkan pada Tabel 5.1.

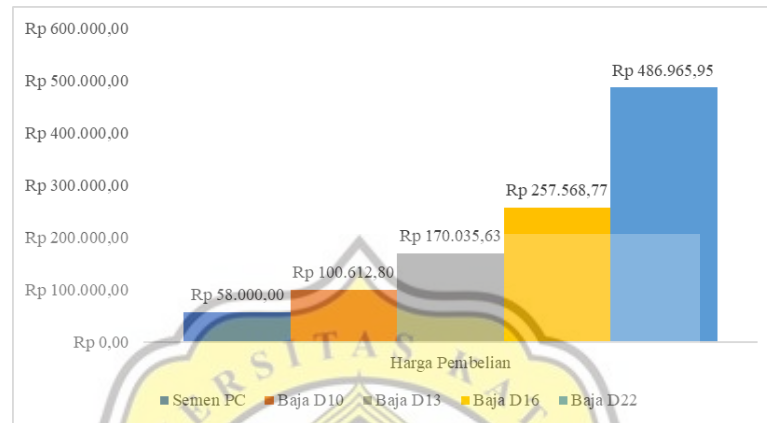
Tabel 5.1. Data Permodelan Persediaan Material

Material	Satuan	Total	Waktu (bulan)	Kebutuhan Rata-rata/Bulan
Semen PC	zak	2.959	9	328,78
Baja D10	batang	73.806	9	8.200,67
Baja D13	batang	29.754	9	3.306
Baja D16	batang	20.547	9	2.283
Baja D22	batang	16.385	8	2.048,13

Pada Tabel 5.1. diperlihatkan data-data yang dibutuhkan untuk melakukan analisis perhitungan pengadaan material. Data yang dibutuhkan meliputi kebutuhan rata-

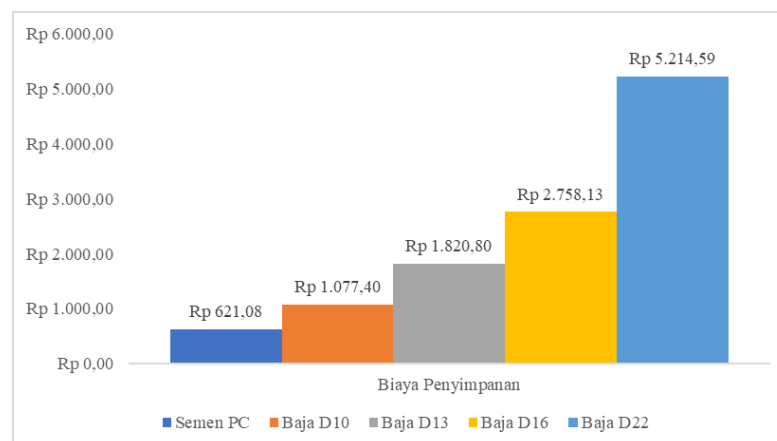


rata setiap bulan. Data tersebut dibutuhkan untuk menghitung biaya pengadaan material dengan berbagai metode perhitungan berbasis *Material Requirement Planning* (MRP). Adapun biaya pembelian setiap satuan material diperlihatkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Harga Pembelian Setiap Satuan Material

Adapun biaya pembelian material semen *portland* (PC) adalah untuk satuan zak dan baja tulangan untuk satuan batang. Harga pembelian didasarkan pada Peraturan Walikota Semarang Nomor 61 Tahun 2020 Tentang Standarisasi Harga Satuan Bahan Bangunan, Upah, dan Analisa Pekerjaan Untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Semarang Tahun Anggaran 2021. Adapun biaya pemesanan untuk setiap kali pemesanan adalah Rp. 16.180,00 untuk semua bahan material baik semen PC atau baja tulangan. Adapun biaya penyimpanan diperlihatkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2. Biaya Penyimpanan Setiap *Unit* Satuan Material Setiap Bulan



5.1.1. Pengadaan Material Dengan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah salah satu metode berbasis *Material Requirement Planning* (MRP) yang digunakan untuk perencanaan kebutuhan material. Dalam metode EOQ, jumlah material yang akan dipesan dihitung dengan perhitungan jumlah pemesanan yang terhemat. Inti dari metode EOQ adalah didapatkan nilai jumlah pemesanan material yang paling ekonomis. Data-data yang dibutuhkan untuk menghitung jumlah pemesanan terhemat (EOQ) adalah jumlah permintaan rata-rata per periode, biaya pembelian, biaya pesan, dan biaya simpan. Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode EOQ menggunakan Persamaan (2-1). Perhitungan pada objek material dijabarkan sebagai berikut:

a. Pengadaan semen *portland* dengan *Economic Order Quantity* (EOQ).

Pengadaan semen *portland* Proyek Pembangunan Gedung *Innovative Program Cluster* (IPC) Unika Soegijapranata dimulai pada bulan Maret 2020 dan dilanjutkan dengan permintaan yang sesuai kebutuhan setiap bulannya sampai penelitian dilakukan yaitu bulan November 2020. Total kebutuhan semen *portland* pada Proyek Pembangunan Gedung *Innovative Program Cluster* (IPC) Unika Soegijapranata selama sembilan bulan dari periode bulan Maret sampai November 2020 adalah 2.959 zak. Adapun perhitungan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dilakukan menggunakan Persamaan (2-1) dengan menggunakan data sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata kebutuhan material semen *portland* tiap bulan (D) = 328,78 zak
2. Biaya pemesanan setiap sekali pesan (k) = Rp. 16.180,00
3. Biaya penyimpanan per unit tiap bulan (h) = Rp. 621,08

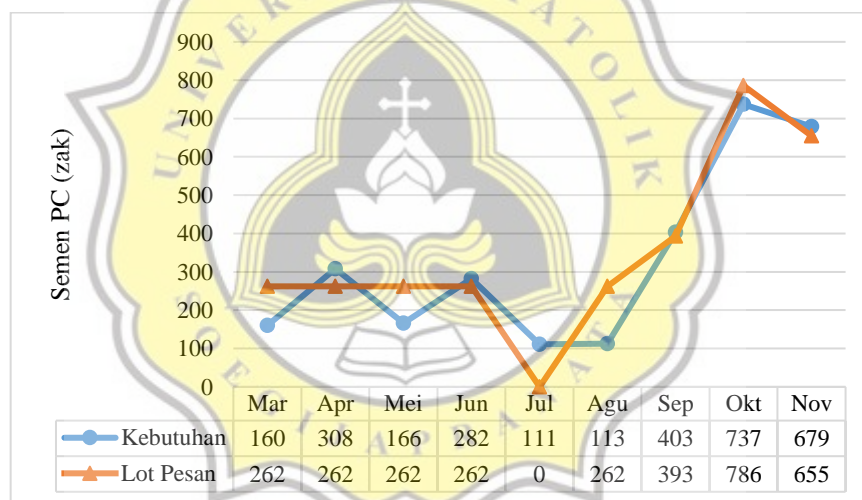
Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-1) sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \dots\dots\dots(2-1)$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 328,78 \times 16.180}{621,08}} = 130,88 = 131 \text{ zak}$$

Jadi, jumlah pemesanan ekonomis semen material adalah 131 zak lot pemesanan.

Perhitungan *Economic Order Quantity* (EOQ) memperoleh lot pemesanan ekonomis untuk semen *portland* adalah sebesar 131 zak. Nilai EOQ yang diperoleh dijadikan pedoman pemesanan untuk setiap periode pemesanan (bulan). Jika terdapat jumlah yang lebih dari lot pemesanan, dilakukan kumulatif perkalian pada lot pemesanan. Sebagai contoh jika kebutuhan pada bulan Maret 2020 sebesar 160 zak, dilakukan perkalian untuk mencukupi kebutuhan tersebut pada nilai EOQ sehingga diperoleh nilai yang kurang lebih senilai dengan kebutuhan. Nilai EOQ dikali variabel pengali lot yaitu dua sehingga diperoleh pemesanan 262 zak. Proses perhitungan dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Adapun perbandingan lot pemesanan dengan kebutuhan semen *portland* dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) diperlihatkan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3. Perbandingan Lot Pemesanan dan Kebutuhan Semen *Portland* Dengan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ)

Pada Gambar 5.3. diperlihatkan pada bulan Juli dilakukan pemesanan sebesar 262 zak untuk mencukupi kebutuhan pada bulan Agustus 2020. Pada bulan Oktober 2020 terjadi pemesanan yang paling besar yaitu 786 zak. Adapun minimal pemesanan adalah 200 zak. Adapun terdapat perbedaan antara kuantitas lot pesan dan kebutuhan pada sebagian besar periode. Adapun perhitungan dilanjutkan dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk menentukan biaya pengadaan. Adapun perhitungan pengadaan material semen *portland* dengan menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ) diperlihatkan pada Tabel 5.2.



Tabel 5.2. Perhitungan Pengadaan Material Semen *Portland* Dengan Menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Semen PC	Kebutuhan (zak)	Lot Pesan (zak)	Sisa (zak)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	160	262	102	Rp. 16.180,00	Rp. 63.350,50	Rp. 79.530,50
Apr	308	262	56	Rp. 16.180,00	Rp. 34.780,67	Rp. 50.960,67
Mei	166	262	152	Rp. 16.180,00	Rp. 94.404,67	Rp. 110.584,67
Jun	282	262	132	Rp. 16.180,00	Rp. 81.983,00	Rp. 98.163,00
Jul	111	0	21	Rp. 0,00	Rp. 13.042,75	Rp. 13.042,75
Agu	113	262	170	Rp. 16.180,00	Rp. 105.584,17	Rp. 121.764,17
Sep	403	393	160	Rp. 16.180,00	Rp. 99.373,33	Rp. 115.553,33
Okt	737	786	209	Rp. 16.180,00	Rp. 129.806,42	Rp. 145.986,42
Nov	679	655	185	Rp. 16.180,00	Rp. 114.900,42	Rp. 131.080,42
Total	2959	3144		Rp. 129.440,00	Rp. 737.225,92	Rp. 866.665,92

Pada Tabel 5.2. biaya simpan diperoleh dari kumulatif jumlah semen *portland* yang tersisa. Setiap bulan, material yang tersisa dihitung ke perhitungan biaya simpan. Total biaya merupakan penjumlahan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan setiap bulan selama sembilan bulan kebutuhan semen *portland*. Total biaya pengadaan material semen *portland* dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah Rp. 866.665,92.

b. Pengadaan baja tulangan D10 dengan *Economic Order Quantity* (EOQ).

Pengadaan baja tulangan D10 dilakukan dari bulan Maret 2020 sampai dengan waktu pelaksanaan survei yaitu bulan November 2020 yaitu sembilan bulan. Total kebutuhan baja tulangan D10 pada periode bulan Maret sampai November 2020 adalah 73.806 batang. Adapun perhitungan dilakukan menggunakan Persamaan (2-1) dengan menggunakan data sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata kebutuhan baja tulangan D10 tiap bulan (D) = 8.200,67 batang
2. Biaya pemesanan setiap sekali pesan (k) = Rp. 16.180,00
3. Biaya penyimpanan per unit tiap bulan (h) = Rp. 1.077,40

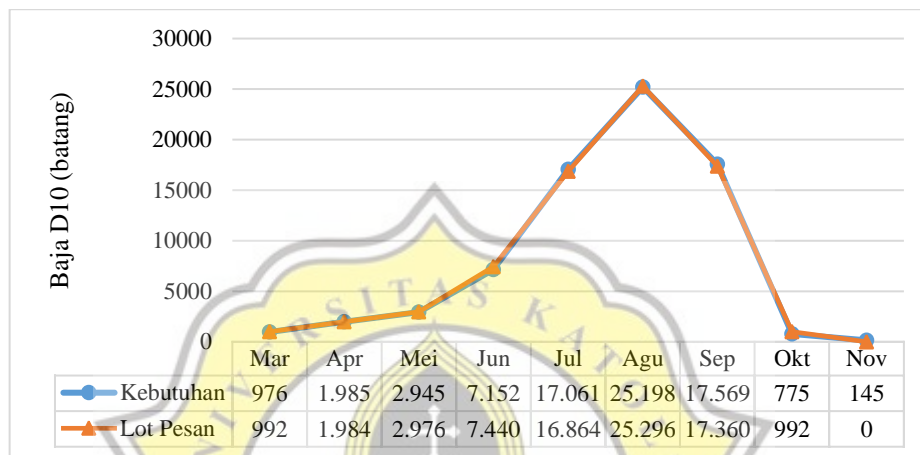
Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-1) sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \dots\dots\dots(2-1)$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 8.200,67 \times 16.180}{1.077,40}} = 496,30 = 496 \text{ batang.}$$



Jadi, jumlah pemesanan ekonomis baja tulangan D10 adalah 496 batang. Pada periode dengan kebutuhan yang melebihi lot pemesanan dilakukan pemesanan dengan kelipatan dari lot pemesanan. Adapun perbandingan lot pemesanan dengan kebutuhan baja tulangan D10 dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) diperlihatkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4. Perbandingan Lot Pemesanan dan Kebutuhan Baja Tulangan D10 Dengan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ)

Adapun perhitungan dilanjutkan dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk menentukan biaya simpan dari material yang tersisa setiap bulannya. Perhitungan pengadaan material baja tulangan D10 menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ) diperlihatkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D10 Dengan Menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Baja D10	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	976	992	16	Rp. 16.180,00	Rp. 17.238,33	Rp. 33.418,33
Apr	1.985	1.984	15	Rp. 16.180,00	Rp. 16.160,93	Rp. 32.340,93
Mei	2.945	2.976	46	Rp. 16.180,00	Rp. 49.560,19	Rp. 65.740,19
Jun	7.152	7.440	334	Rp. 16.180,00	Rp. 359.850,06	Rp. 376.030,06
Jul	17.061	16.864	137	Rp. 16.180,00	Rp. 147.603,17	Rp. 163.783,17
Agu	25.198	25.296	235	Rp. 16.180,00	Rp. 253.187,92	Rp. 269.367,92
Sep	17.569	17.360	26	Rp. 16.180,00	Rp. 28.012,28	Rp. 44.192,28
Okt	775	992	243	Rp. 16.180,00	Rp. 261.807,08	Rp. 277.987,08
Nov	145	0	98	Rp. 0,00	Rp. 105.584,75	Rp. 105.584,75
Total	73.806	73.904		Rp. 129.440,00	Rp. 1.239.004,71	Rp. 1.368.444,71



Pada Tabel 5.3. diperlihatkan bahwa lot pemesanan memiliki jumlah 98 batang lebih banyak dari kebutuhan. Adapun total biaya pengadaan material baja tulangan D10 dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah Rp. 1.368.444,71.

c. Pengadaan baja tulangan D13 dengan *Economic Order Quantity* (EOQ).

Total kebutuhan material baja tulangan D13 pada Proyek Pembangunan Gedung *Innovative Program Cluster* (IPC) Universitas Katolik Soegijapranata Semarang periode bulan Maret sampai November 2020 adalah 29.754 batang. Perhitungan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) membutuhkan data sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata kebutuhan baja tulangan D13 tiap bulan (D) = 3.306 batang
2. Biaya pemesanan setiap sekali pesan (k) = Rp. 16.180,00
3. Biaya penyimpanan per unit tiap bulan (h) = Rp. 1.820,80

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-1) sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \dots\dots\dots(2-1)$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 3.306 \times 16.180}{1.820,80}} = 242,40 = 242 \text{ batang.}$$

Jadi, jumlah pemesanan ekonomis baja tulangan D13 adalah 242 batang.

Adapun dalam perhitungan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ), nilai EOQ yang diperoleh dijadikan pedoman pemesanan untuk setiap periode pemesanan (bulan). Jika terdapat jumlah yang lebih dari lot pemesanan, dilakukan kumulatif perkalian pada lot pemesanan. Sebagai contoh kebutuhan pada bulan Maret 2020 adalah 414 batang maka lot pemesanan dikali variabel pengali yaitu dua sehingga menghasilkan lot pemesanan sebesar 484 batang untuk mencukupi permintaan kebutuhan baja tulangan D13 pada bulan Maret 2020. Cara tersebut digunakan untuk menghitung lot pemesanan pada periode selanjutnya. Perhitungan metode EOQ dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan pengadaan material baja tulangan D13 menggunakan metode EOQ diperlihatkan pada Tabel 5.4.



Tabel 5.4. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D13 Dengan Menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Baja D13	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	414	484	70	Rp. 16.180,00	Rp. 127.455,88	Rp. 143.635,88
Apr	4.001	4.114	183	Rp. 16.180,00	Rp. 333.206,08	Rp. 349.386,08
Mei	3.930	3.872	125	Rp. 16.180,00	Rp. 227.599,78	Rp. 243.779,78
Jun	3.479	3.388	34	Rp. 16.180,00	Rp. 61.907,14	Rp. 78.087,14
Jul	7.278	7.260	16	Rp. 16.180,00	Rp. 29.132,77	Rp. 45.312,77
Agu	6.604	6.776	188	Rp. 16.180,00	Rp. 342.310,07	Rp. 358.490,07
Sep	3.824	3.872	236	Rp. 16.180,00	Rp. 429.708,38	Rp. 445.888,38
Okt	160	0	76	Rp. 0,00	Rp. 138.380,67	Rp. 138.380,67
Nov	64	0	12	Rp. 0,00	Rp. 21.849,58	Rp. 21.849,58
Total	29.754	29.766		Rp. 113.260,00	Rp. 1.711.550,33	Rp. 1.824.810,33

Lot pemesanan total untuk pengadaan baja tulangan D13 adalah 29.766 batang sehingga lebih dari cukup untuk mencukupi kebutuhan permintaan yaitu 29.754 batang. Adapun total biaya pengadaan material baja tulangan D13 dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah Rp. 1.824.810,33.

d. Pengadaan baja tulangan D16 dengan *Economic Order Quantity* (EOQ).

Total kebutuhan baja tulangan D16 pada Proyek Pembangunan Gedung *Innovative Program Cluster* (IPC) Universitas Katolik Soegijapranata Semarang periode bulan Maret sampai November 2020 adalah 20.547 batang. Perhitungan menggunakan Persamaan (2-1) dengan menggunakan diperlihatkan pada Tabel 5.5. Adapun perhitungan membutuhkan data sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata kebutuhan baja tulangan D16 tiap bulan (D) = 2.283 batang
2. Biaya pemesanan setiap sekali pesan (k) = Rp. 16.180,00
3. Biaya penyimpanan per unit tiap bulan (h) = Rp. 2.758,13

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-1) sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \dots\dots\dots(2-1)$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 2.283 \times 16.180}{2.758,13}} = 163,66 = 164 \text{ batang.}$$

Jadi, jumlah pemesanan ekonomis baja tulangan D16 adalah 164 batang.



Tabel 5.5. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D16 Dengan Menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Baja D16	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	722	820	98	Rp. 16.180,00	Rp. 270.296,96	Rp. 286.476,96
Apr	3.710	3.772	160	Rp. 16.180,00	Rp. 441.301,16	Rp. 457.481,16
Mei	4.840	4.756	76	Rp. 16.180,00	Rp. 209.618,05	Rp. 225.798,05
Jun	5.764	5.740	52	Rp. 16.180,00	Rp. 143.422,88	Rp. 159.602,88
Jul	1.998	1.968	22	Rp. 16.180,00	Rp. 60.678,91	Rp. 76.858,91
Agu	1.770	1.804	56	Rp. 16.180,00	Rp. 154.455,40	Rp. 170.635,40
Sep	1.484	1.476	48	Rp. 16.180,00	Rp.132.390,35	Rp. 148.570,35
Okt	242	328	134	Rp. 16.180,00	Rp. 369.589,72	Rp. 385.769,72
Nov	17	0	117	Rp. 0,00	Rp. 322.701,47	Rp. 322.701,47
Total	20.547	20.664		Rp. 129.440,00	Rp. 2.104.454,89	Rp. 2.233.894,89

Lot pemesanan total untuk pengadaan baja tulangan D16 adalah 20.664 batang sehingga lebih dari cukup untuk mencukupi kebutuhan permintaan yaitu 20.547 batang. Adapun total biaya pengadaan material baja tulangan D16 dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah Rp. 2.233.894,89.

e. Pengadaan baja tulangan D22 dengan *Economic Order Quantity* (EOQ).

Total kebutuhan baja tulangan D22 pada Proyek Pembangunan Gedung *Innovative Program Cluster* (IPC) Universitas Katolik Soegijapranata Semarang periode bulan Maret sampai Oktober 2020 adalah 16.385 batang. Perhitungan dengan menggunakan Persamaan (2-1) diperlihatkan pada Tabel 5.6. Adapun perhitungan membutuhkan data sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata kebutuhan baja tulangan D22 tiap bulan (D) = 2.048,13 batang
2. Biaya pemesanan setiap sekali pesan (k) = Rp. 16.180,00
3. Biaya penyimpanan per unit tiap bulan (h) = Rp. 5.214,60

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-1) sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \dots\dots\dots(2-1)$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 2.048,13 \times 16.180}{5.214,60}} = 112,74 = 113 \text{ batang.}$$

Jadi, jumlah pemesanan ekonomis baja tulangan D22 adalah 113 batang.

Tabel 5.6. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D22 Dengan Menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Baja D22	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	813	904	91	Rp. 16.180,00	Rp. 474.528,03	Rp. 490.708,03
Apr	3.116	3.051	26	Rp. 16.180,00	Rp. 135.579,44	Rp. 151.759,44
Mei	3.045	3.051	32	Rp. 16.180,00	Rp. 166.867,00	Rp. 183.047,00
Jun	1.921	1.921	32	Rp. 16.180,00	Rp. 166.867,00	Rp. 183.047,00
Jul	2.320	2.373	85	Rp. 16.180,00	Rp. 443.240,47	Rp. 459.420,47
Agu	2.545	2.486	26	Rp. 16.180,00	Rp. 135.579,44	Rp. 151.759,44
Sep	2.508	2.486	4	Rp. 16.180,00	Rp. 20.858,37	Rp. 37.038,37
Okt	117	113	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	16.385	16.385		Rp. 129.440,00	Rp. 1.543.519,75	Rp. 1.672.959,75

Lot pemesanan total untuk pengadaan baja tulangan D22 adalah 16.385 batang sama dengan kebutuhan permintaan sehingga tidak ada material tersisa pada periode terakhir. Adapun total biaya pengadaan material baja tulangan D22 dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah Rp. 1.672.959,75.

5.1.2. Pengadaan Material Dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L)

Metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) merupakan salah satu metode pengadaan material berbasis *Material Requirement Planning* (MRP). Inti dari metode L-4-L adalah untuk menghapus biaya simpan dalam suatu pengadaan material proyek. Metode ini dilakukan dengan melakukan pemesanan sesuai dengan jumlah kebutuhan material dalam satu periode. Pemesanan material dengan jumlah kebutuhan material tepat dilakukan sehingga tidak ada bahan material yang tersisa. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan metode L-4-L adalah data kebutuhan material setiap periode, harga satuan material, dan biaya pemesanan. Perhitungan pengadaan objek material dijabarkan sebagai berikut:

a. Pengadaan semen *portland* dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L).

Perhitungan pengadaan semen *portland* menggunakan *Lot-For-Lot* dilakukan dengan melakukan pembelian bahan material semen *portland* sesuai dengan jumlah kebutuhan setiap periode. Pada material semen *portland*, terdapat syarat minimal pemesanan yaitu minimal 200 zak untuk setiap pemesanan. Adapun sebagai contoh



perhitungan, kebutuhan material semen *portland* pada bulan Maret 2020 sebesar 160 zak maka lot pemesanan pada bulan Maret 2020 adalah 200 zak. Perhitungan pengadaan semen *portland* dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L) dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan pengadaan material semen *portland* dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L) diperlihatkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Perhitungan Pengadaan Material Semen *Portland* Dengan Menggunakan *Lot For Lot* (L-4-L)

Semen PC	Kebutuhan (zak)	Lot Pesan (zak)	Sisa (zak)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	160	200	40	Rp. 16.180,00	Rp. 24.843,33	Rp. 41.023,33
Apr	308	268	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Mei	166	200	34	Rp. 16.180,00	Rp. 21.116,83	Rp. 37.296,83
Jun	282	248	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jul	111	224	113	Rp. 16.180,00	Rp. 70.182,42	Rp. 86.362,42
Agu	113	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Sep	403	403	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Okt	737	737	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Nov	679	679	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	2959	2959		Rp. 129.440,00	Rp. 116.142,58	Rp. 245.582,58

Total lot pemesanan adalah 2.959 zak untuk mencukupi kebutuhan sebesar 2.959 zak sehingga lot pemesanan cukup dan tepat mencukupi kebutuhan. Rincian biaya pengadaan adalah seluruhnya total biaya pemesanan. Total biaya pengadaan material dengan menggunakan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) adalah Rp. 245.582,58.

b. Pengadaan baja tulangan D10 dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L).

Perhitungan pengadaan baja tulangan D10 menggunakan *Lot-For-Lot* dilakukan dengan melakukan pembelian bahan material baja tulangan sesuai dengan jumlah kebutuhan setiap periode. Adapun sebagai contoh perhitungan, kebutuhan material baja tulangan D10 pada bulan Maret 2020 sebesar 976 batang maka lot pemesanan pada bulan Maret 2020 adalah 976 batang. Biaya pemesanan adalah Rp. 16.180,00 dan biaya penyimpanan setiap batang baja tulangan D10 untuk setiap bulannya adalah Rp. 1.077,40. Perhitungan pengadaan baja tulangan D10 dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L) dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan pengadaan material baja tulangan D10 dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L) diperlihatkan pada Tabel 5.8.

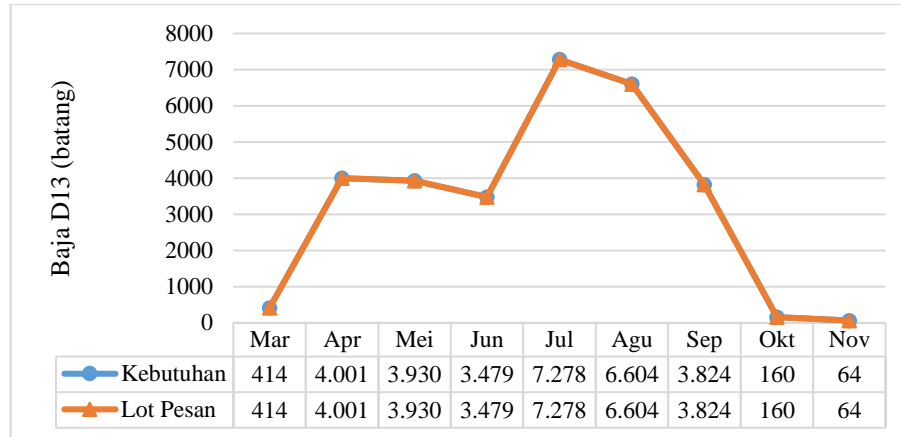
Tabel 5.8. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D10 Dengan Menggunakan *Lot-For-Lot* (L-4-L)

Baja D10	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	976	976	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Apr	1.985	1.985	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Mei	2.945	2.945	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jun	7.152	7.152	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jul	17.061	17.061	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Agu	25.198	25.198	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Sep	17.569	17.569	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Okt	775	775	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Nov	145	145	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	73.806	73.806		Rp. 145.620,00	Rp. 0,00	Rp. 145.620,00

Pada Tabel 5.8. diperlihatkan bahwa lot pesan baja tulangan D10 menggunakan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) adalah 73.806 batang dan jumlah tersebut sama persis dengan jumlah kebutuhan dari baja tulangan D10. Jumlah yang sama tersebut mengindikasikan bahwa tidak ada baja tulangan D10 yang tersisa setiap bulannya sehingga total biaya pengadaan hanya meliputi biaya pesan yaitu Rp. 145.620,00.

c. Pengadaan baja tulangan D13 dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L).

Perhitungan pengadaan baja tulangan D13 menggunakan *Lot-For-Lot* dilakukan dengan melakukan pemesanan bahan material baja tulangan D13 sesuai dengan jumlah kebutuhan setiap periode. Adapun sebagai contoh perhitungan, kebutuhan material baja tulangan D13 pada bulan Maret 2020 sebesar 414 batang maka lot pemesanan pada bulan Maret 2020 adalah 414 batang. Pada periode bulan April tahun 2020 kebutuhan material baja tulangan D13 adalah 4.001 batang, sehingga lot pemesanan pada bulan April adalah 4.001 batang. Adapun biaya pemesanan untuk setiap kali pemesanan adalah Rp. 16.180,00 dan biaya penyimpanan setiap batang baja tulangan D13 untuk setiap bulannya adalah Rp. 1.820,80. Perhitungan pengadaan baja tulangan D13 dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L) dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Adapun perbandingan lot pemesanan dengan kebutuhan baja tulangan D13 dengan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) diperlihatkan pada Gambar 5.5.

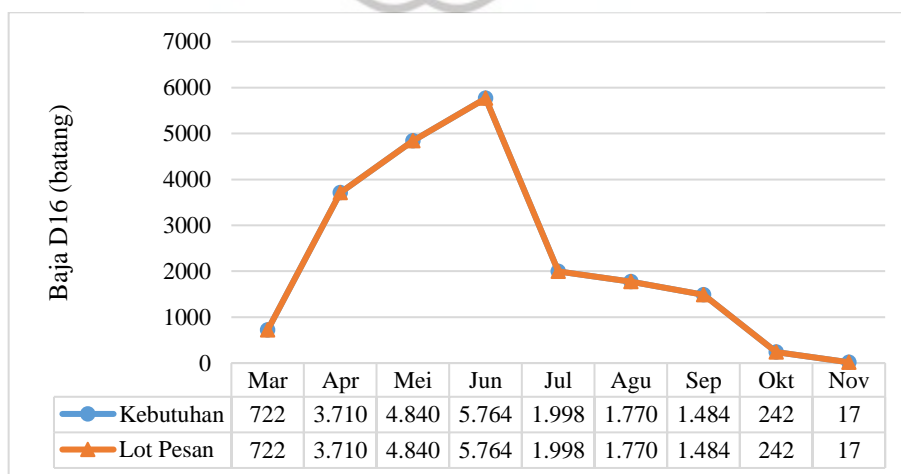


Gambar 5.5. Perbandingan Lot Pemesanan dan Kebutuhan Baja Tulangan D13 Dengan Metode *Lot-For-Lot* (L-4-L)

Pada Gambar 5.5. diperlihatkan bahwa lot pesan baja tulangan D13 menggunakan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) adalah 29.754 batang dan jumlah tersebut sama persis dengan jumlah kebutuhan dari baja tulangan D13. Jumlah yang sama tersebut mengindikasikan bahwa tidak ada bahan material D13 yang tersisa setiap bulannya sehingga total biaya pengadaan hanya meliputi biaya pesan yaitu Rp. 145.620,00.

d. Pengadaan baja tulangan D16 dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L).

Perhitungan pengadaan baja tulangan D16 menggunakan *Lot-For-Lot* dilakukan dengan melakukan pembelian bahan material baja tulangan sesuai dengan jumlah kebutuhan setiap periode. Perbandingan lot pemesanan dengan kebutuhan baja tulangan D16 dengan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) diperlihatkan pada Gambar 5.6.



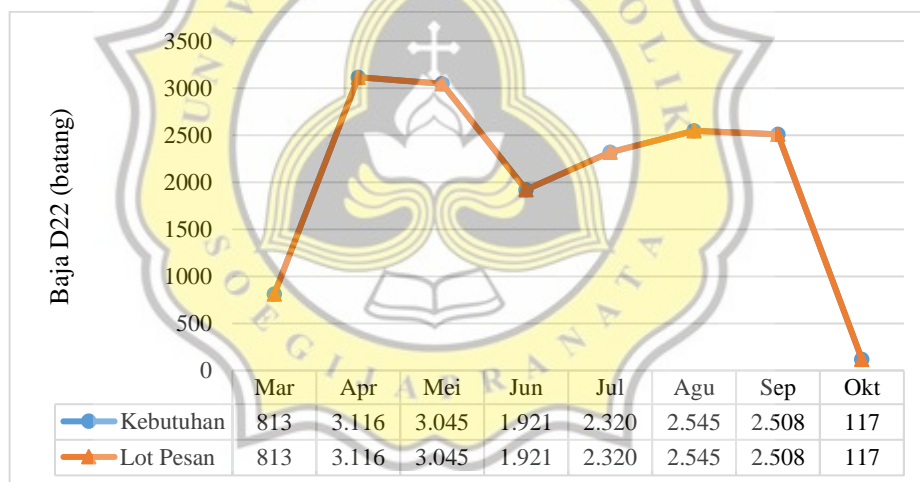
Gambar 5.6. Perbandingan Lot Pemesanan dan Kebutuhan Baja Tulangan D16 Dengan Metode *Lot-For-Lot* (L-4-L)



Adapun lot pesan baja tulangan D16 menggunakan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) adalah 20.547 batang dan jumlah tersebut sama persis dengan jumlah kebutuhan dari baja tulangan D16. Jumlah yang sama tersebut mengindikasikan bahwa tidak ada bahan material D16 yang tersisa setiap bulannya sehingga total biaya pengadaan hanya meliputi biaya pesan yaitu Rp. 145.620,00.

e. Pengadaan baja tulangan D22 dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L).

Perhitungan pengadaan baja tulangan D22 menggunakan *Lot-For-Lot* dilakukan dengan melakukan pembelian bahan material baja tulangan sesuai dengan jumlah kebutuhan setiap periode. Adapun kebutuhan baja tulangan D22 adalah delapan bulan mulai dari bulan Maret sampai bulan Oktober 2020. Perbandingan lot pemesanan dengan kebutuhan baja tulangan D22 dengan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) diperlihatkan pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7. Perbandingan Lot Pemesanan dan Kebutuhan Baja Tulangan D22 Dengan Metode *Lot-For-Lot* (L-4-L)

Pada Gambar 5.7. diperlihatkan bahwa lot pesan baja tulangan D22 menggunakan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) selama delapan bulan adalah 20.547 batang dan jumlah tersebut sama persis dengan jumlah kebutuhan dari baja tulangan D22. Pemesanan terbanyak dilakukan pada bulan April 2020 dengan 3.116 batang. Dilanjutkan dengan pemesanan pada bulan Mei 2020 sebesar 3.045 batang. Jumlah yang sama tersebut mengindikasikan bahwa tidak ada bahan material D22 yang tersisa setiap bulannya sehingga total biaya pengadaan hanya meliputi biaya pesan yaitu Rp. 129.440,00.

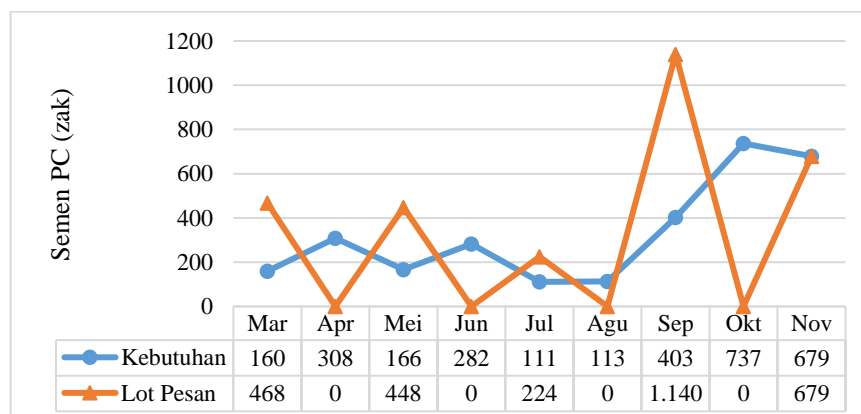


5.1.3. Pengadaan Material Dengan *Fixed Period Requirement* (FPR)

Metode *Fixed Period Requirement* (FPR) adalah teknik perhitungan yang menyerupai perhitungan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L). Pengaplikasian metode FPR dilakukan dengan menentukan pemesanan pada periode tertentu saja. Jumlah pemesanan setiap periode berdasarkan dengan kebutuhan selama beberapa periode kedepan. Jumlah kebutuhan bersih selama periode tertentu dipesan dalam sekali pemesanan dan penentuan waktu periode pemesanan dapat dilakukan berdasarkan pengalaman atau asumsi. Perhitungan pengadaan metode FPR membutuhkan data kebutuhan setiap periode dan durasi kebutuhan dari bahan material. Adapun perhitungan pengadaan material dengan metode FPR adalah sebagai berikut:

a. Pengadaan semen *portland* dengan *Fixed Period Requirement* (FPR).

Perhitungan pengadaan semen *portland* menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR) dilakukan dengan melakukan pembelian bahan material semen *portland* setiap periode tertentu. Sebagai contoh perhitungan, penentuan periode pemesanan material semen *portland* adalah dua bulan sekali. Kebutuhan material semen *portland* pada dua bulan pertama yaitu bulan Maret 2020 sebesar 160 zak dan bulan April 2020 sebesar 308 zak maka pada pemesanan periode pertama lot pemesanan sebesar 468 zak. Pada jumlah periode ganjil, periode terakhir pemesanan dilakukan sesuai dengan jumlah kebutuhannya. Perbandingan lot pemesanan dengan kebutuhan baja tulangan semen *portland* dengan metode *Fixed Period Requirement* (FPR) diperlihatkan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8. Perbandingan Lot Pemesanan dan Kebutuhan Semen *Portland* Dengan Metode *Fixed Period Requirement* (FPR)



Pada Gambar 5.8. diperlihatkan pada September 2020, terjadi pemesanan yang cukup besar dengan 1.140 zak untuk mencukupi kebutuhan bulan September dan Oktober 2020. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan pengadaan material semen *portland* dengan *Fixed Period Requirement* (FPR) diperlihatkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Perhitungan Pengadaan Material Semen *Portland* Dengan Menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR)

Semen PC	Kebutuhan (zak)	Lot Pesan (zak)	Sisa (zak)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	160	468	308	Rp. 16.180,00	Rp. 191.293,67	Rp. 207.473,67
Apr	308	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Mei	166	448	282	Rp. 16.180,00	Rp. 175.145,50	Rp. 191.325,50
Jun	282	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Jul	111	224	113	Rp. 16.180,00	Rp. 70.182,42	Rp. 86.362,42
Agu	113	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Sep	403	1.140	737	Rp. 16.180,00	Rp. 457.738,42	Rp. 473.918,42
Okt	737	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Nov	679	679	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	2.959	2.959		Rp. 80.900,00	Rp. 894.360,00	Rp. 975.260,00

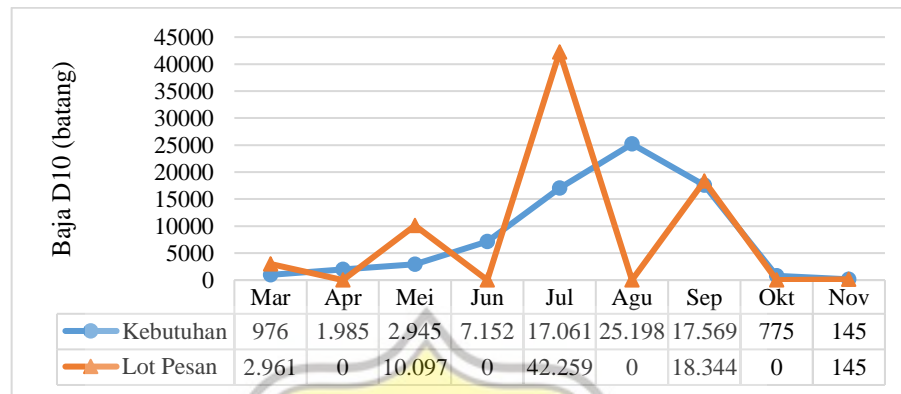
Metode *Fixed Period Requirement* (FPR) memiliki kesamaan dengan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) sehingga total lot pemesanan sama dengan total jumlah kebutuhan yaitu 2.959 zak. Metode FPR memiliki pengaplikasian yang menekankan untuk menimalisir biaya pemesanan. Oleh sebab itu, total biaya pengadaan material dengan menggunakan metode FPR sebagian besar (91,7%) adalah pengeluaran biaya penyimpanan material dengan total biaya pengadaan material dengan metode FPR adalah Rp. 975.260,00.

b. Pengadaan baja tulangan D10 dengan *Fixed Period Requirement* (FPR).

Perhitungan pengadaan baja tulangan D10 menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR) dilakukan dengan melakukan pembelian setiap dua bulan sekali. Adapun sebagai contoh perhitungan, kebutuhan material baja tulangan D10 pada bulan Maret 2020 sebesar 976 batang dan kebutuhan pada bulan April 2020 adalah 1.985 maka lot pemesanan pada periode pertama yaitu pada bulan Maret 2020 adalah total kebutuhan untuk dua bulan kedepan yaitu 2.961 batang. Perhitungan tersebut berlaku untuk periode pemesanan berikutnya dengan



pemesanan periode kedua dilakukan pada dua bulan kemudian yaitu bulan Mei 2020. Perbandingan lot pemesanan dengan kebutuhan baja tulangan D10 dengan metode *Fixed Period Requirement* (FPR) diperlihatkan pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9. Perbandingan Lot Pemesanan dan Kebutuhan Baja Tulangan D10 Dengan Metode *Fixed Period Requirement* (FPR)

Pada Gambar 5.9. diperlihatkan perbandingan yang cukup jauh sehingga mengakibatkan terjadinya pembengkakan biaya simpan karena pembelian yang berlebih Adapun perhitungan pengadaan baja tulangan D10 dengan *Fixed Period Requirement* (FPR) diperlihatkan pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D10 Dengan Menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR)

Baja D10	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	976	2.961	1.985	Rp. 16.180,00	Rp. 2.138.629,87	Rp. 2.154.809,87
Apr	1.985	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Mei	2.945	10.097	7.152	Rp. 16.180,00	Rp. 7.705.531,90	Rp. 7.721.711,90
Jun	7.152	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Jul	17.061	42.259	25.198	Rp. 16.180,00	Rp. 27.148.209,29	Rp. 27.164.389,29
Agu	25.198	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Sep	17.569	18.344	775	Rp. 16.180,00	Rp. 834.981,44	Rp. 851.161,44
Okt	775	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Nov	145	145	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	73.806	73.806		Rp. 80.900,00	Rp. 37.827.352,49	Rp. 37.908.252,49

Pada Tabel 5.10. diperlihatkan bahwa lot pemesanan menggunakan metode *Fixed Period Requirement* (FPR) memiliki jumlah yang sama dengan jumlah kebutuhan sehingga kebutuhan tercukupi. Total biaya pengadaan material baja tulangan D10 dengan menggunakan metode FPR adalah Rp. 37.908.252,49.



c. Pengadaan baja tulangan D13 dengan *Fixed Period Requirement* (FPR).

Perhitungan pengadaan baja tulangan D13 menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR) dilakukan dengan melakukan pembelian bahan material bahan baja tulangan D13 setiap periode tertentu. Sebagai contoh perhitungan, penentuan periode pemesanan material baja tulangan D13 adalah dua bulan sekali. Kebutuhan material baja tulangan D13 pada dua bulan pertama yaitu bulan Maret 2020 sebesar 414 batang dan bulan April 2020 sebesar 4.001 batang maka pada pemesanan periode pertama lot pemesanan sebesar 4.415 batang. Pada jumlah periode ganjil, periode terakhir pemesanan dilakukan sesuai dengan jumlah kebutuhannya. Biaya pemesanan adalah Rp. 16.180,00 dan biaya penyimpanan setiap *unit* setiap bulannya adalah Rp. 1820,80. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan pengadaan material baja tulangan D13 dengan *Fixed Period Requirement* (FPR) diperlihatkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D13 Dengan Menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR)

Baja D13	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	414	4.415	4.001	Rp. 16.180,00	Rp. 7.285.013,70	Rp. 7.301.193,70
Apr	4.001	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Mei	3.930	7.409	3.479	Rp. 16.180,00	Rp. 6.334.557,03	Rp. 6.350.737,03
Jun	3.479	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Jul	7.278	13.882	6.604	Rp. 16.180,00	Rp. 12.024.551,48	Rp. 12.040.731,48
Agu	6.604	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Sep	3.824	3.984	160	Rp. 16.180,00	Rp. 291.327,72	Rp. 307.507,72
Okt	160	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Nov	64	64	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	29.754	29.754		Rp. 80.900,00	Rp. 25.935.449,93	Rp. 26.016.349,93

Pada Tabel 5.11. diperlihatkan bahwa lot pemesanan menggunakan metode *Fixed Period Requirement* (FPR) memiliki jumlah yang sama dengan jumlah kebutuhan sehingga kebutuhan tercukupi. Pada material baja tulangan D13, total biaya pengadaan material menggunakan *Fixed Period Requirement* relatif sangat tinggi dengan pembelian yang berlebih mengakibatkan membengkaknya biaya penyimpanan. Total biaya pengadaan material baja tulangan D13 dengan menggunakan metode FPR adalah Rp. 26.016.349,93.



d. Pengadaan baja tulangan D16 dengan *Fixed Period Requirement* (FPR).

Perhitungan pengadaan baja tulangan D16 menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR) dilakukan dengan melakukan pembelian setiap dua bulan sekali. Adapun sebagai contoh perhitungan, kebutuhan material baja tulangan D16 pada bulan Maret 2020 sebesar 722 batang dan kebutuhan pada bulan April 2020 adalah 3.710 batang maka lot pemesanan pada periode pertama yaitu pada bulan Maret 2020 adalah total kebutuhan untuk dua bulan kedepan yaitu 4.432 batang. Perhitungan tersebut berlaku untuk periode pemesanan berikutnya dengan pemesanan periode kedua dilakukan pada dua bulan setelah bulan Maret 2020 yaitu bulan Mei 2020. Biaya pemesanan adalah Rp. 16.180,00 dan biaya penyimpanan baja tulangan D16 untuk setiap batang untuk setiap bulannya adalah Rp. 2.758,13. Perhitungan pengadaan baja tulangan D16 dengan *Fixed Period Requirement* (FPR) diperlihatkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D16 Dengan Menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR)

Baja D16	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	722	4.432	3.710	Rp. 16.180,00	Rp. 10.232.670,55	Rp. 10.248.850,55
Apr	3.710	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Mei	4.840	10.604	5.764	Rp. 16.180,00	Rp. 15.897.874,14	Rp. 15.914.054,14
Jun	5.764	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Jul	1.998	3.768	1.770	Rp. 16.180,00	Rp. 4.881.894,04	Rp. 4.898.074,04
Agu	1.770	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Sep	1.484	1.726	242	Rp. 16.180,00	Rp. 667.468,00	Rp. 683.648,00
Okt	242	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Nov	17	17	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Total	20.547	20.547		Rp. 80.900,00	Rp. 31.679.906,72	Rp. 31.744.626,72

Pada Tabel 5.12. diperlihatkan bahwa lot pemesanan menggunakan metode *Fixed Period Requirement* (FPR) memiliki jumlah yang sama dengan jumlah kebutuhan sehingga kebutuhan tercukupi. Pada material baja tulangan D16, total biaya pengadaan material menggunakan *Fixed Period Requirement* relatif sangat tinggi dengan pembelian yang berlebih mengakibatkan membengkaknya biaya penyimpanan. Total biaya pengadaan material baja tulangan D16 dengan menggunakan metode FPR adalah Rp. 31.744.626.72.



e. Pengadaan baja tulangan D22 dengan *Fixed Period Requirement* (FPR).

Perhitungan pengadaan baja tulangan D22 menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR) dilakukan dengan melakukan pembelian bahan material bahan baja tulangan D22 setiap periode tertentu. Sebagai contoh perhitungan, penentuan periode pemesanan material baja tulangan D22 adalah dua bulan sekali. Kebutuhan material baja tulangan D22 pada dua bulan pertama yaitu bulan Maret 2020 sebesar 813 batang dan bulan April 2020 sebesar 3.116 batang maka pada pemesanan periode pertama lot pemesanan sebesar 3.929 batang. Pada jumlah periode ganjil, periode terakhir pemesanan dilakukan sesuai dengan jumlah kebutuhannya. Biaya pemesanan adalah Rp. 16.180,00 dan biaya penyimpanan setiap *unit* setiap bulannya adalah Rp. 1820,80. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan pengadaan material baja tulangan D22 dengan *Fixed Period Requirement* (FPR) diperlihatkan pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D22 Dengan Menggunakan *Fixed Period Requirement* (FPR)

Baja D22	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	813	3.929	3.116	Rp. 16.180,00	Rp. 16.248.674,08	Rp. 16.264.854,08
Apr	3.116	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Mei	3.045	4.966	1.921	Rp. 16.180,00	Rp. 10.017.234,57	Rp. 10.033.414,57
Jun	1.921	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Jul	2.320	4.865	2.545	Rp. 16.180,00	Rp. 13.271.141,06	Rp. 13.287.321,06
Agu	2.545	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Sep	2.508	2.625	117	Rp. 16.180,00	Rp. 610.107,47	Rp. 626.287,47
Okt	117	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Total	16.385	16.385		Rp. 64.720,00	Rp. 40.147.157,17	Rp. 40.211.877,17

Pada Tabel 5.13. diperlihatkan bahwa lot pemesanan menggunakan metode *Fixed Period Requirement* (FPR) memiliki jumlah yang sama dengan jumlah kebutuhan sehingga kebutuhan tercukupi. Seperti halnya dengan pengadaan baja tulangan dengan FPR lain, total biaya pengadaan material baja tulangan D22 relatif sangat tinggi dengan pembelian yang berlebih pada satu periode mengakibatkan membengkaknya biaya penyimpanan. Total biaya pengadaan material baja tulangan D22 dengan menggunakan metode FPR adalah Rp. 40.211.877,17.



5.1.4. Pengadaan Material Dengan Algoritma Wagner dan Within (AWW)

Algoritma Wagner dan Within adalah salah satu metode yang digunakan untuk menentukan memperoleh solusi maksimum dengan penyelesaian masalah yang dinamis dan deterministik. Perhitungan pengadaan menggunakan Algoritma Wagner dan Within dimulai dengan menghitung matriks biaya total pengadaan (biaya pemesanan ditambah biaya penyimpanan) menggunakan Persamaan (2-2) Total biaya variabel meliputi biaya pemesanan dan biaya simpan. Matriks perhitungan biaya variabel digunakan untuk perhitungan selanjutnya yaitu menentukan biaya minimum yang dihitung berdasarkan pemesanan optimal. Adapun Persamaan (2-3) digunakan untuk menentukan biaya pemesanan optimal yang paling rendah untuk selanjutnya didapatkan ukuran lot pemesanan yang dengan *output* biaya paling rendah. Perhitungan biaya menggunakan Persamaan (2-4), Persamaan (2-5), dan Persamaan (2-6) sesuai dengan periode yang dihitung. Adapun pengadaan objek material dengan metode AWW adalah sebagai berikut:

a. Pengadaan semen *portland* dengan Algoritma Wagner dan Within (AWW).

Pengadaan semen *portland* dimulai pada bulan Maret 2020 dan dilanjutkan dengan permintaan yang sesuai kebutuhan setiap bulannya sampai penelitian dilakukan yaitu bulan November 2020. Total kebutuhan semen *portland* pada Proyek Pembangunan Gedung *Innovative Program Cluster* (IPC) Unika Soegijapranata periode bulan Maret sampai November 2020 adalah 2.959 zak. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data yang diketahui sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan setiap pesan (k) = Rp. 16.180,00
2. Biaya penyimpanan semen material setiap zak setiap bulan = Rp. 621,08

Pengadaan material semen *portland* dengan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within (AWW) diawali dengan menghitung matriks pemenuhan permintaan untuk material. Pada tahap ini, data yang digunakan adalah data kebutuhan material setiap periode. Adapun matriks yang pertama kali disusun adalah matriks alternatif pemenuhan kebutuhan. Matriks ini disusun dengan cara melakukan akumulasi pada setiap periode pemesanan. Periode awal adalah bulan Maret 2020 sehingga bulan Maret 2020 adalah periode 1, bulan April 2020 adalah



periode 2 dan seterusnya. Adapun matriks alternatif pemenuhan kebutuhan semen *portland* diperlihatkan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14. Matriks Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Semen *Portland*

		Permintaan (zak)								
		e = 1	e = 2	e = 3	e = 4	e = 5	e = 6	e = 7	e = 8	e = 9
Pemenuhan (zak)	Semen PC	160	308	166	282	111	113	403	737	679
	c = 1	160	468	634	916	1.027	1.140	1.543	2.280	2.959
	c = 2	-	308	474	756	867	980	1.383	2.120	2.799
	c = 3	-	-	166	448	559	672	1.075	1.812	2.491
	c = 4	-	-	-	282	393	506	909	1.646	2.325
	c = 5	-	-	-	-	111	224	627	1.364	2.043
	c = 6	-	-	-	-	-	113	516	1.253	1.932
	c = 7	-	-	-	-	-	-	403	1.140	1.819
	c = 8	-	-	-	-	-	-	-	737	1.416
	c = 9	-	-	-	-	-	-	-	-	679

Pada Tabel 5.14. diperlihatkan permodelan pemenuhan kebutuhan semen *portland* pada periode $c = 1$ diperlihatkan jumlah pemesanan yang diakumulasikan setiap periode pemesanan dari periode pertama yaitu bulan Maret 2020. Dengan menggunakan matriks pada Tabel 5.14. dapat dilanjutkan untuk menghitung total biaya variabel pemesanan. Perhitungan dilakukan menggunakan Persamaan (2-2): $Z_{ce} = k + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci})$ dengan ketentuan $1 \leq c \leq e \leq N$(2-2)

Contoh perhitungan untuk menghitung biaya pengadaan adalah sebagai berikut:

$$Z_{11} = 16.180 + 621,08 (160 - 160) = 16.180$$

$$Z_{12} = 16.180 + 621,08 [(468 - 160) + (468 - 468)] = 207.473,7$$

$$Z_{14} = 16.180 + 621,08 [(916 - 160) + (916 - 468) + (916 - 634) + (916 - 916)] = 922.930$$

$$Z_{23} = 16.180 + 621,08 [(474 - 308) + (474 - 474)] = 119.280$$

$$Z_{47} = 16.180 + 621,08 [(909 - 282) + (909 - 393) + (909 - 506) + (909 - 909)] = 960.195$$

Adapun dari perhitungan biaya pengadaan didapatkan suatu matriks rekapitulasi total biaya pengadaan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within (AWW). Adapun rekapitulasi biaya pengadaan semen *portland* dengan menggunakan AWW diperlihatkan pada Tabel 5.15.



Tabel 5.15. Rekapitulasi Biaya Variabel Pengadaan Semen *Portland* pada Proyek Pembangunan *Innovative Program Cluster (IPC)* Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

Semen PC	Variabel Pembelian (Z)								
	e = 1 (Maret)	e = 2 (April)	e = 3 (Mei)	e = 4 (Juni)	e = 5 (Juli)	e = 6 (Agustus)	e = 7 (September)	e = 8 (Oktober)	e = 9 (November)
c = 1 (Maret)	Rp. 16.180	Rp. 207.473,7	Rp. 310.739,5	Rp. 939.109,8	Rp. 1.214.871	Rp. 1.565.783	Rp. 3.067.562	Rp. 6.271.731	Rp. 9.645.456
c = 2 (April)	-	Rp. 16.180	Rp. 119.279,8	Rp. 469.570,8	Rp. 676.391,6	Rp. 957.121,3	Rp. 2.208.604	Rp. 4.955.035	Rp. 7.907.044
c = 3 (Mei)	-	-	Rp. 16.180	Rp. 191.325,5	Rp. 329.206	Rp. 539.753,3	Rp. 1.540.940	Rp. 3.829.632	Rp. 6.359.925
c = 4 (Juni)	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 85.120,2	Rp. 225.485,1	Rp. 976.374,8	Rp. 2.807.329	Rp. 4.915.906
c = 5 (Juli)	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 863.62,4	Rp. 586.955,6	Rp. 1.960.171	Rp. 3.647.033
c = 6 (Agustus)	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 266.476,6	Rp. 1.181.953	Rp. 2.447.100
c = 7 (September)	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 473.918,4	Rp. 1.317.350
c = 8 (Oktober)	-	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 437.895,6
c = 9 (November)	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180



Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan untuk menentukan biaya pembelian minimum dari Persamaan (2-4), Persamaan (2-5), dan Persamaan (2-6) dengan Persamaan (2-3). Persamaan tersebut menghasilkan *output* berupa total biaya yang dibutuhkan. Pada material semen *portland*, penentuan pemesanan berdasarkan syarat minimal pemesanan yaitu 200 zak. Rekapitulasi perhitungan biaya minimal dihitung sebagai berikut:

$$f_e = \text{Minimum} \{Z_{ce} + f_{c-1}\} \text{ dengan pembelian pertama yaitu } f_0 = 0 \dots \dots \dots (2-3)$$

$$f_1 = \text{Minimum} \{Z_{11} + f_0\} = \text{Minimum} \{16.180 + 0\} = 16.180 \text{ untuk } Z_{11} + f_0$$

$$f_2 = \text{Minimum} \{Z_{12} + f_0; Z_{22} + f_1\} \\ = \text{Minimum} \{207.473,7 + 0; 16.180 + 16.180\} = 32.360 \text{ untuk } Z_{22} + f_1$$

$$f_3 = \text{Minimum} \{Z_{13} + f_0; Z_{23} + f_1; Z_{33} + f_2\} \\ = \text{Minimum} \{310.739,5 + 0; 119.279,8 + 16.180; 16.180 + 32.360\} \\ = 48.540 \text{ untuk } Z_{33} + f_2$$

$$f_4 = \text{Minimum} \{Z_{14} + f_0; Z_{24} + f_1; Z_{34} + f_2; Z_{44} + f_3\} \\ = \text{Minimum} \{939.109,8; 485.750,8; 223.685,5; 64.720\} = 64.720 \text{ untuk } Z_{44} + f_3$$

$$f_5 = 80.900 \text{ untuk } Z_{55} + f_4$$

$$f_6 = 97.080 \text{ untuk } Z_{66} + f_5$$

$$f_7 = 113.260 \text{ untuk } Z_{77} + f_6$$

$$f_8 = 129.440 \text{ untuk } Z_{88} + f_7$$

$$f_9 = 145.620 \text{ untuk } Z_{99} + f_8$$

Hasil dari perhitungan biaya minimal paling optimal diinterpretasikan menjadi ukuran lot sesuai dengan matriks alternatif pada Tabel 5.14. Perhitungan memperoleh hasil pemesanan periode pertama adalah 160 zak (Z_{11}) tetapi tidak sesuai dengan syarat minimal pemesanan sehingga digunakan peraturan pemesanan pada variabel (Z_{12}) yaitu 408 zak untuk mencukupi kebutuhan pada bulan April 2020. Pemesanan selanjutnya dilakukan pada bulan Mei 2020 untuk periode kedua sebesar 448 zak (Z_{34}) dan pemesanan periode ketiga dilakukan bulan Juli 2020 sebesar 224 zak (Z_{44}) dan seterusnya sesuai perhitungan untuk periode selanjutnya. Pengadaan material semen *portland* dengan menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW) diperlihatkan pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16. Perhitungan Pengadaan Material Semen *Portland* Dengan Menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW)

Semen PC	Kebutuhan (zak)	Lot Pesan (zak)	Sisa (zak)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	160	468	308	Rp. 16.180,00	Rp. 191.293,67	Rp. 207.473,67
Apr	308	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Mei	166	448	282	Rp. 16.180,00	Rp. 175.145,50	Rp. 191.325,50
Jun	282	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Jul	111	224	113	Rp. 16.180,00	Rp. 70.182,42	Rp. 86.362,42
Agu	113	0	0	Rp. 0,00	Rp. 0,00	Rp. 0,00
Sep	403	403	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Okt	737	737	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Nov	679	679	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	2959	2959		Rp. 97.080,00	Rp. 436.621,58	Rp. 533.701,58

Total lot pemesanan adalah 2.959 zak cukup untuk mencukupi kebutuhan sebesar 2.959 zak. Rincian biaya pengadaan adalah seluruhnya total biaya pemesanan. Total biaya pengadaan material semen *portland* dengan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within adalah Rp. 533.701,58.

b. Pengadaan baja tulangan D10 dengan Algoritma Wagner dan Within (AWW).

Pengadaan baja tulangan D10 dilakukan dari bulan Maret 2020 sampai dengan waktu pelaksanaan survei yaitu bulan November 2020 yaitu sembilan bulan. Adapun satuan dari bahan material baja tulangan yaitu batang. Total kebutuhan baja tulangan D10 pada periode bulan Maret sampai November 2020 adalah 73.806 batang. Data yang dibutuhkan untuk menggunakan Algoritma Wagner dan Within adalah data kebutuhan material setiap periode, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Perhitungan dilakukan dengan data yang diketahui sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan setiap pesan (k) = Rp. 16.180,00
2. Biaya penyimpanan baja tulangan D10 setiap batang setiap bulan = Rp. 1.077,40

Perhitungan diawali dengan menghitung matriks pemenuhan permintaan baja tulangan D10. Matriks ini disusun dengan cara melakukan akumulasi pada setiap periode pemesanan. Periode awal adalah bulan Maret 2020 sehingga bulan Maret adalah periode 1, bulan April adalah periode 2 dan seterusnya. Adapun matriks alternatif pemenuhan kebutuhan baja tulangan D10 diperlihatkan pada Tabel 5.17.



Tabel 5.17. Matriks Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Baja Tulangan D10

		Permintaan (batang)								
		e = 1	e = 2	e = 3	e = 4	e = 5	e = 6	e = 7	e = 8	e = 9
Pemenuhan (batang)	Baja D10	976	1.985	2.945	7.152	17.061	25.198	17.569	775	145
	c = 1	976	2.961	5.906	13.058	30.119	55.317	72.886	73.661	73.806
	c = 2	-	1.985	4.930	12.082	29.143	54.341	71.910	72.685	72.830
	c = 3	-	-	2.945	10.097	27.158	52.356	69.925	70.700	70.845
	c = 4	-	-	-	7.152	24.213	49.411	66.980	67.755	67.900
	c = 5	-	-	-	-	17.061	42.259	59.828	60.603	60.748
	c = 6	-	-	-	-	-	25.198	42.767	43.542	43.687
	c = 7	-	-	-	-	-	-	17.569	18.344	18.489
	c = 8	-	-	-	-	-	-	-	775	920
	c = 9	-	-	-	-	-	-	-	-	145

Pada Tabel 5.17. diperlihatkan permodelan pemenuhan kebutuhan bahan material baja tulangan D10 pada periode $c = 1$ diperlihatkan jumlah pemesanan yang diakumulasikan setiap periode pemesanan dari periode pertama yaitu bulan Maret 2020. Dengan menggunakan matriks pada Tabel 5.17. dapat dilanjutkan untuk menghitung total biaya variabel pemesanan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-2):

$$Z_{ce} = k + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \text{ dengan ketentuan } 1 \leq c \leq e \leq N \dots\dots\dots(2-2)$$

Contoh perhitungan untuk menghitung biaya pengadaan adalah sebagai berikut:

$$Z_{11} = 16.180 + 1.077,40 (976 - 976) = 16.180$$

$$Z_{12} = 16.180 + 1.077,40 [(2.961 - 976) + (2.961 - 2.961)] = 2.138.630$$

$$Z_{13} = 16.180 + 1.077,40 [(5.906 - 976) + (5.906 - 2.961) + (5.906 - 5.906)] = 5.330.684,32$$

$$Z_{23} = 16.180 + 1.077,40 [(4.930 - 1.985) + (4.930 - 4.930)] = 3.189.109,45$$

$$Z_{56} = 16.180 + 1.077,40 [(42.259 - 17.061) + (42.259 - 42.259)] = 27.164.389,3$$

$$Z_{79} = 16.180 + 1.077,40 [(18.489 - 17.569) + (18.489 - 18.344) + (18.489 - 18.489)] = 27.164.389,3$$

Adapun dari perhitungan biaya pengadaan didapatkan suatu matriks rekapitulasi total biaya pengadaan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within (AWW). Adapun rekapitulasi biaya pengadaan baja tulangan D10 dengan menggunakan AWW diperlihatkan pada Tabel 5.18.



Tabel 5.18. Rekapitulasi Biaya Variabel Pengadaan Baja Tulangan D10 pada Proyek Pembangunan *Innovative Program Cluster* (IPC) Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

Baja D10	Variabel Pembelian (Z)								
	e = 1 (Maret)	e = 2 (April)	e = 3 (Mei)	e = 4 (Juni)	e = 5 (Juli)	e = 6 (Agustus)	e = 7 (September)	e = 8 (Oktober)	e = 9 (November)
c = 1 (Maret)	Rp. 16.180	Rp. 215.4810	Rp. 5.330.684	Rp. 31.617.264	Rp. 105.143.036	Rp. 240.884.082	Rp. 354.456.641	Rp. 360.301.511	Rp. 361.551.290
c = 2 (April)	-	Rp. 16.180	Rp. 3.189.109	Rp. 18.600.173	Rp. 73.744.502	Rp. 182.337.339	Rp. 276.981.138	Rp. 281.991.027	Rp. 283.084.583
c = 3 (Mei)	-	-	Rp. 16.180	Rp. 7.721.71	Rp. 44.484.598	Rp. 125.929.226	Rp. 201.644.265	Rp. 205.819.172	Rp. 206.756.506
c = 4 (Juni)	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 18.397.623	Rp. 72.694.041	Rp. 129.480.321	Rp. 132.820.247	Rp. 13.3601.358
c = 5 (Juli)	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 27.164.389	Rp. 65.021.909	Rp. 67.526.853	Rp. 6.8151.742
c = 6 (Agustus)	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 18.944.940	Rp. 20.614.903	Rp. 2.1083.570
c = 7 (September)	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 851.161	Rp. 1.163.606
c = 8 (Oktober)	-	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 172.402
c = 9 (November)	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180



Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan untuk menentukan biaya pembelian yang paling ekonomis dari Persamaan (2-4), Persamaan (2-5), dan Persamaan (2-6). Persamaan tersebut menghasilkan *output* berupa total biaya yang dibutuhkan dengan permodelan Algoritma Wagner dan Within. Adapun untuk menentukan biaya paling minim dari persamaan-persamaan tersebut digunakan Persamaan (2-3). Adapun rekapitulasi perhitungan biaya minimal dihitung sebagai berikut:

$$f_e = \text{Minimum} \{Z_{ce} + f_{c-1}\} \text{ dengan pembelian pertama yaitu } f_0 = 0 \dots \dots \dots (2-3)$$

$$f_1 = \text{Minimum} \{Z_{11} + f_0\} = \text{Minimum} \{16.180 + 0\} = 16.180 \text{ untuk } Z_{11} + f_0$$

$$f_2 = \text{Minimum} \{Z_{12} + f_0; Z_{22} + f_1\}$$

$$= \text{Minimum} \{2.154.810 + 0; 16.180 + 16.180\} = 32.360 \text{ untuk } Z_{22} + f_1$$

$$f_3 = \text{Minimum} \{Z_{13} + f_0; Z_{23} + f_1; Z_{33} + f_2\}$$

$$= \text{Minimum} \{5.330.684 + 0; 3.189.109 + 16.180; 16.180 + 32.360\}$$

$$= 48.540 \text{ untuk } Z_{33} + f_2$$

$$f_4 = \text{Minimum} \{Z_{14} + f_0; Z_{24} + f_1; Z_{34} + f_2; Z_{44} + f_3\}$$

$$= \text{Minimum} \{31.617.264; 18.616.353; 7.754.072; 64.720\}$$

$$= 64.720 \text{ untuk } Z_{44} + f_3$$

$$f_5 = 80.900 \text{ untuk } Z_{55} + f_4$$

$$f_6 = 97.080 \text{ untuk } Z_{66} + f_5$$

$$f_7 = 113.260 \text{ untuk } Z_{77} + f_6$$

$$f_8 = 129.440 \text{ untuk } Z_{88} + f_7$$

$$f_9 = 145.620 \text{ untuk } Z_{99} + f_8$$

Hasil dari perhitungan biaya minimal paling optimal diinterpretasikan menjadi ukuran lot sesuai dengan matriks alternatif yang diperlihatkan Tabel 5.17. Perhitungan memperoleh hasil pemesanan periode pertama adalah 976 batang (Z_{11}), pemesanan pada periode kedua pada bulan April 2020 sebesar 1.985 batang (Z_{22}). Pemesanan selanjutnya dilakukan pada bulan Mei 2020 untuk periode ketiga sebesar 166 zak (Z_{33}) dan pemesanan periode keempat dilakukan pada bulan Juni 2020 sebesar 282 zak (Z_{44}) dan seterusnya sesuai hasil perhitungan Persamaan (2-3) selanjutnya. Pengadaan material baja tulangan D10 dengan menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW) diperlihatkan pada Tabel 5.19.



Tabel 5.19. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D10 Dengan Menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW)

Baja D10	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	976	976	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Apr	1.985	1.985	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Mei	2.945	2.945	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jun	7.152	7.152	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jul	17.061	17.061	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Agu	25.198	25.198	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Sep	17.569	17.569	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Okt	775	775	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Nov	145	145	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	73.806	73.806		Rp. 145.620,00	Rp. 0,00	Rp. 145.620,00

Total lot pemesanan adalah 73.806 batang cukup untuk mencukupi kebutuhan sebesar 73.806 batang. Rincian biaya pengadaan adalah seluruhnya total biaya pemesanan. Total biaya pengadaan material baja tulangan D10 dengan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within adalah Rp. 145.620,00.

c. Pengadaan baja tulangan D13 dengan Algoritma Wagner dan Within (AWW).

Pengadaan baja tulangan D13 dilakukan dari bulan Maret 2020 sampai dengan waktu pelaksanaan survei yaitu bulan November 2020 yaitu sembilan bulan. Adapun satuan dari bahan material baja tulangan yaitu batang. Total kebutuhan baja tulangan D13 pada periode bulan Maret sampai November 2020 adalah 29.754 batang. Data yang dibutuhkan untuk menggunakan Algoritma Wagner dan Within adalah data kebutuhan material setiap periode, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan setiap pesan (k) = Rp. 16.180,00
2. Biaya penyimpanan baja tulangan D13 setiap batang setiap bulan = Rp. 1.820,80

Perhitungan diawali dengan menghitung matriks pemenuhan permintaan baja tulangan D13. Matriks ini disusun dengan cara melakukan akumulasi pada setiap periode pemesanan. Periode awal adalah bulan Maret 2020 sehingga bulan Maret adalah periode 1, bulan April adalah periode 2 dan seterusnya. Adapun matriks alternatif pemenuhan kebutuhan baja tulangan D13 diperlihatkan pada Tabel 5.20.



Tabel 5.20. Matriks Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Baja Tulangan D13

		Permintaan (batang)								
		e = 1	e = 2	e = 3	e = 4	e = 5	e = 6	e = 7	e = 8	e = 9
Baja D13		414	4.001	3.930	3.479	7.278	6.604	3.824	160	64
Pemenuhan (batang)	c = 1	414	4.415	8.345	11.824	19.102	25.706	29.530	29.690	29.754
	c = 2	-	4.001	7.931	11.410	18.688	25.292	29.116	29.276	29.340
	c = 3	-	-	3.930	7.409	14.687	21.291	25.115	25.275	25.339
	c = 4	-	-	-	3.479	10.757	17.361	21.185	21.345	21.409
	c = 5	-	-	-	-	7.278	13.882	17.706	17.866	17.930
	c = 6	-	-	-	-	-	6.604	10.428	10.588	10.652
	c = 7	-	-	-	-	-	-	3.824	3.984	4.048
	c = 8	-	-	-	-	-	-	-	160	224
	c = 9	-	-	-	-	-	-	-	-	64

Pada Tabel 5.20. diperlihatkan permodelan pemenuhan kebutuhan bahan material baja tulangan D13 pada periode $c = 1$ diperlihatkan jumlah pemesanan yang diakumulasikan setiap periode pemesanan dari periode pertama yaitu bulan Maret 2020. Dengan menggunakan matriks pada Tabel 5.20. dapat dilanjutkan untuk menghitung total biaya variabel pemesanan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-2):

$$Z_{ce} = k + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \text{ dengan ketentuan } 1 \leq c \leq e \leq N \dots\dots\dots(2-2)$$

Contoh perhitungan untuk menghitung biaya pengadaan adalah sebagai berikut:

$$Z_{11} = 16.180 + 1.820,80 (414 - 414) = 16.180$$

$$Z_{12} = 16.180 + 1.820,80 [(4.415 - 414) + (4.415 - 4.145)] = 7.301.194$$

$$Z_{13} = 16.180 + 1.820,80 [(8.345 - 414) + (8.345 - 4.145) + (8.345 - 8.345)] = 14.460.860$$

$$Z_{23} = 16.180 + 1.820,80 [(7.931 - 4.001) + (7.931 - 7.931)] = 7.171.917,03$$

$$Z_{56} = 16.180 + 1.820,80 [(13.882 - 7.278) + (13.882 - 13.882)] = 12.040.731,48$$

$$Z_{79} = 16.180 + 1.820,80 [(4.048 - 3.824) + (4.048 - 3.984) + (4.048 - 4.048)] = 27.164.389,3$$

Adapun dari perhitungan biaya pengadaan didapatkan suatu matriks rekapitulasi total biaya pengadaan baja tulangan D13 dengan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within (AWW). Adapun rekapitulasi biaya pengadaan baja tulangan D13 dengan menggunakan AWW diperlihatkan pada Tabel 5.21.



Tabel 5.21. Rekapitulasi Biaya Variabel Pengadaan Baja Tulangan D13 pada Proyek Pembangunan *Innovative Program Cluster* (IPC) Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

Baja D13	Variabel Pembelian (Z)								
	e = 1 (Maret)	e = 2 (April)	e = 3 (Mei)	e = 4 (Juni)	e = 5 (Juli)	e = 6 (Agustus)	e = 7 (September)	e = 8 (Oktober)	e = 9 (November)
c = 1 (Maret)	Rp. 16.180	Rp. 7.301.194	Rp. 14.460.861	Rp. 40.616.339	Rp. 93.623.417	Rp. 153.746.174	Rp. 195.522.569	Rp. 197.561.863	Rp. 198.494.111
c = 2 (April)		Rp. 16.180	Rp. 7.171.917	Rp. 19.841.031	Rp. 59.596.340	Rp. 107.694.545	Rp. 142.508.208	Rp. 144.256.174	Rp. 145.071.891
c = 3 (Mei)			Rp. 16.180	Rp. 6.350.737	Rp. 32.854.276	Rp. 68.927.930	Rp. 96.778.860	Rp. 98.235.499	Rp. 98.934.685
c = 4 (Juni)				Rp. 16.180	Rp. 13.267.950	Rp. 37.317.052	Rp. 58.205.250	Rp. 59.370.561	Rp. 59.953.216
c = 5 (Juli)					Rp. 16180	Rp. 12.040.731	Rp. 25.966.196	Rp. 26.840.180	Rp. 27.306.304
c = 6 (Agustus)						Rp. 16.180	Rp. 6.978.912	Rp. 7.561.568	Rp. 7.911.161
c = 7 (September)							Rp. 16.180	Rp. 307.508	Rp. 540.570
c = 8 (Oktober)								Rp. 16180	Rp. 132.711
c = 9 (November)									Rp. 16.180



Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan untuk menentukan biaya pembelian yang paling ekonomis dari Persamaan (2-4), Persamaan (2-5), dan Persamaan (2-6). Persamaan tersebut menghasilkan *output* berupa total biaya yang dibutuhkan dengan permodelan Algoritma Wagner dan Within. Adapun untuk menentukan biaya paling minim dari persamaan-persamaan tersebut digunakan Persamaan (2-3). Adapun rekapitulasi perhitungan biaya minimal dihitung sebagai berikut:

$$f_e = \text{Minimum} \{Z_{ce} + f_{c-1}\} \text{ dengan pembelian pertama yaitu } f_0 = 0 \dots \dots \dots (2-3)$$

$$f_1 = \text{Minimum} \{Z_{11} + f_0\} = \text{Minimum} \{16.180 + 0\} = 16.180 \text{ untuk } Z_{11} + f_0$$

$$f_2 = \text{Minimum} \{Z_{12} + f_0; Z_{22} + f_1\} \\ = \text{Minimum} \{7.301.194 + 0; 16.180 + 16.180\} = 32.360 \text{ untuk } Z_{22} + f_1$$

$$f_3 = \text{Minimum} \{Z_{13} + f_0; Z_{23} + f_1; Z_{33} + f_2\} \\ = \text{Minimum} \{14.460.860,7 + 0; 7.171.917 + 16.180; 16.180 + 32.360\} \\ = 48.540 \text{ untuk } Z_{33} + f_2$$

$$f_4 = \text{Minimum} \{Z_{14} + f_0; Z_{24} + f_1; Z_{34} + f_2; Z_{44} + f_3\} \\ = \text{Minimum} \{40.616.338,8; 19.857.211,1; 6.383.097,0; 64.720\} \\ = 64.720 \text{ untuk } Z_{44} + f_3$$

$$f_5 = 80.900 \text{ untuk } Z_{55} + f_4$$

$$f_6 = 97.080 \text{ untuk } Z_{66} + f_5$$

$$f_7 = 113.260 \text{ untuk } Z_{77} + f_6$$

$$f_8 = 129.440 \text{ untuk } Z_{88} + f_7$$

$$f_9 = 145.620 \text{ untuk } Z_{99} + f_8$$

Hasil dari perhitungan biaya minimal paling optimal diinterpretasikan menjadi ukuran lot sesuai matriks alternatif pada Tabel 5.20. Perhitungan memperoleh hasil pemesanan periode pertama adalah 414 batang (Z_{11}), pemesanan pada periode kedua pada bulan April 2020 sebesar 4.001 batang (Z_{22}). Pemesanan selanjutnya dilakukan pada bulan Mei 2020 untuk periode ketiga sebesar 3.930 zak (Z_{33}) dan pemesanan periode keempat dilakukan pada bulan Juni 2020 sebesar 3.479 zak (Z_{44}) dan seterusnya sesuai dengan hasil perhitungan Persamaan (2-3) untuk periode selanjutnya. Pengadaan material baja tulangan D13 dengan menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW) diperlihatkan pada Tabel 5.22.



Tabel 5.22. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D13 Dengan Menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW)

Baja D13	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	414	414	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Apr	4.001	4.001	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Mei	3.930	3.930	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jun	3.479	3.479	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jul	7.278	7.278	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Agu	6.604	6.604	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Sep	3.824	3.824	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Okt	160	160	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Nov	64	64	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	29.754	29.754		Rp. 145.620,00	Rp. 0,00	Rp. 145.620,00

Total lot pemesanan adalah 29.754 batang cukup untuk mencukupi kebutuhan sebesar 29.754 batang. Rincian biaya pengadaan adalah seluruhnya total biaya pemesanan. Total biaya pengadaan material baja tulangan D13 dengan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within adalah Rp. 145.620,00.

d. Pengadaan baja tulangan D16 dengan Algoritma Wagner dan Within (AWW).

Pengadaan baja tulangan D16 dilakukan dari bulan Maret 2020 sampai dengan waktu pelaksanaan survei yaitu bulan November 2020 yaitu sembilan bulan. Adapun satuan dari bahan material baja tulangan yaitu batang. Total kebutuhan baja tulangan D16 pada periode bulan Maret sampai November 2020 adalah 20.547 batang. Data yang dibutuhkan untuk menggunakan Algoritma Wagner dan Within adalah data kebutuhan material setiap periode, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan setiap pesan (k) = Rp. 16.180,00
2. Biaya penyimpanan baja tulangan D16 setiap batang setiap bulan = Rp. 2.758,13

Perhitungan diawali dengan menghitung matriks pemenuhan permintaan baja tulangan D16. Matriks ini disusun dengan cara melakukan akumulasi pada setiap periode pemesanan. Periode awal adalah bulan Maret 2020 sehingga bulan Maret adalah periode 1, bulan April adalah periode 2 dan seterusnya. Adapun matriks alternatif pemenuhan kebutuhan baja tulangan D16 diperlihatkan pada Tabel 5.23.



Tabel 5.23. Matriks Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Baja Tulangan D16

		Permintaan (batang)								
		e = 1	e = 2	e = 3	e = 4	e = 5	e = 6	e = 7	e = 8	e = 9
Baja D16		722	3.710	4.840	5.764	1.998	1.770	1.484	242	17
Pemenuhan (batang)	c = 1	722	4.432	9.272	15.036	17.034	18.804	20.288	20.530	20.547
	c = 2	-	3.710	8.550	14.314	16.312	18.082	19.566	19.808	19.825
	c = 3	-	-	4.840	10.604	12.602	14.372	15.856	16.098	16.115
	c = 4	-	-	-	5.764	7.762	9.532	11.016	11.258	11.275
	c = 5	-	-	-	-	1.998	3.768	5.252	5.494	5.511
	c = 6	-	-	-	-	-	1.770	3.254	3.496	3.513
	c = 7	-	-	-	-	-	-	1.484	1.726	1.743
	c = 8	-	-	-	-	-	-	-	242	259
	c = 9	-	-	-	-	-	-	-	-	17

Pada Tabel 5.23. diperlihatkan permodelan pemenuhan kebutuhan bahan material baja tulangan D16 pada periode $c = 1$ diperlihatkan jumlah pemesanan yang diakumulasikan setiap periode pemesanan dari periode pertama yaitu bulan Maret 2020. Dengan menggunakan matriks pada Tabel 5.23. dapat dilanjutkan untuk menghitung total biaya variabel pemesanan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-2):

$$Z_{ce} = k + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \text{ dengan ketentuan } 1 \leq c \leq e \leq N \dots\dots\dots(2-2)$$

Contoh perhitungan untuk menghitung biaya pengadaan adalah sebagai berikut:

$$Z_{11} = 16.180 + 2.758,13 (722 - 722) = 16.180$$

$$Z_{12} = 16.180 + 2.758,13 [(4.432 - 722) + (4.432 - 4.432)] = 10.248.851$$

$$Z_{13} = 16.180 + 2.758,13 [(9.272 - 722) + (9.272 - 4.432) + (9.272 - 9.272)] \\ = 23.603.050,5$$

$$Z_{23} = 16.180 + 2.758,13 [(8.550 - 3.710) + (8.550 - 8.550)] = 13.365.540$$

$$Z_{56} = 16.180 + 2.758,13 [(3.768 - 1.998) + (3.768 - 1.998)] = 4.898.074$$

$$Z_{79} = 16.180 + 2.758,13 [(1.743 - 1.484) + (1.743 - 1.726) + (1.743 - 1.743)] \\ = 777.424,5$$

Adapun dari perhitungan biaya pengadaan didapatkan suatu matriks rekapitulasi total biaya pengadaan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within (AWW). Adapun rekapitulasi biaya pengadaan baja tulangan D16 dengan menggunakan AWW diperlihatkan pada Tabel 5.24.



Tabel 5.24. Rekapitulasi Biaya Variabel Pengadaan Baja Tulangan D16 pada Proyek Pembangunan *Innovative Program Cluster* (IPC) Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

Baja D16	Variabel Pembelian (Z)								
	e = 1 (Maret)	e = 2 (April)	e = 3 (Mei)	e = 4 (Juni)	e = 5 (Juli)	e = 6 (Agustus)	e = 7 (September)	e = 8 (Oktober)	e = 9 (November)
c = 1 (Maret)	Rp. 16.180	Rp. 10.248.851	Rp. 23.603.050	Rp. 84.641.193	Rp. 106.684.186	Rp. 131.093.656	Rp. 155.652.065	Rp. 160.324.341	Rp. 160.699.447
c = 2 (April)	-	Rp. 16.180	Rp. 13.365.540	Rp. 45.161.288	Rp. 61.693.533	Rp. 81.221.109	Rp. 101.686.450	Rp. 10.5691.258	Rp. 106.019.476
c = 3 (Mei)	-	-	Rp. 16.180	Rp. 15.914.054	Rp. 26.935.550	Rp. 41.581.233	Rp. 57.953.505	Rp. 61.290.845	Rp. 61.572.175
c = 4 (Juni)	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 5.526.928	Rp. 15.290.716	Rp. 27.569.921	Rp. 30.239.793	Rp. 30.474.234
c = 5 (Juli)	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 4.898.074	Rp. 13.084.210	Rp. 15.086.614	Rp. 15.274.167
c = 6 (Agustus)	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 4.109.248	Rp. 5.444.184	Rp. 558.4849
c = 7 (September)	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 683.648	Rp. 777.424
c = 8 (Oktober)	-	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180	Rp. 63.068
c = 9 (November)	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp. 16.180



Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan untuk menentukan biaya pembelian yang paling ekonomis dari Persamaan (2-4), Persamaan (2-5), dan Persamaan (2-6). Persamaan tersebut menghasilkan *output* berupa total biaya yang dibutuhkan dengan permodelan Algoritma Wagner dan Within. Adapun untuk menentukan biaya paling minim dari persamaan-persamaan tersebut digunakan Persamaan (2-3). Adapun rekapitulasi perhitungan biaya minimal dihitung sebagai berikut:

$$f_e = \text{Minimum} \{Z_{ce} + f_{c-1}\} \text{ dengan pembelian pertama yaitu } f_0 = 0 \dots \dots \dots (2-3)$$

$$f_1 = \text{Minimum} \{Z_{11} + f_0\} = \text{Minimum} \{16.180 + 0\} = 16.180 \text{ untuk } Z_{11} + f_0$$

$$f_2 = \text{Minimum} \{Z_{12} + f_0; Z_{22} + f_1\} \\ = \text{Minimum} \{10.248.851 + 0; 16.180 + 16.180\} = 32.360 \text{ untuk } Z_{22} + f_1$$

$$f_3 = \text{Minimum} \{Z_{13} + f_0; Z_{23} + f_1; Z_{33} + f_2\} \\ = \text{Minimum} \{23.603.050,5 + 0; 13.365.540 + 16.180; 16.180 + 32.360\} \\ = 48.540 \text{ untuk } Z_{33} + f_2$$

$$f_4 = \text{Minimum} \{Z_{14} + f_0; Z_{24} + f_1; Z_{34} + f_2; Z_{44} + f_3\} \\ = \text{Minimum} \{84.641.193; 45.177.468,2; 15.946.414,1; 64.720\} \\ = 64.720 \text{ untuk } Z_{44} + f_3$$

$$f_5 = 80.900 \text{ untuk } Z_{55} + f_4$$

$$f_6 = 97.080 \text{ untuk } Z_{66} + f_5$$

$$f_7 = 113.260 \text{ untuk } Z_{77} + f_6$$

$$f_8 = 129.440 \text{ untuk } Z_{88} + f_7$$

$$f_9 = 145.620 \text{ untuk } Z_{99} + f_8$$

Adapun hasil dari perhitungan biaya minimal paling optimal diinterpretasikan menjadi ukuran lot sesuai dengan matriks alternatif pada Tabel 5.23. Perhitungan memperoleh hasil pemesanan periode pertama adalah 722 batang (Z_{11}), pemesanan pada periode kedua pada bulan April 2020 sebesar 3.710 batang (Z_{22}). Pemesanan selanjutnya dilakukan pada bulan Mei 2020 untuk periode ketiga sebesar 4.840 zak (Z_{33}) dan pemesanan periode keempat dilakukan pada bulan Juni 2020 sebesar 5.764 zak (Z_{44}) dan seterusnya sesuai hasil perhitungan Persamaan (2-3) untuk periode selanjutnya. Pengadaan material baja tulangan D16 dengan menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW) diperlihatkan pada Tabel 5.25.



Tabel 5.25. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D16 Dengan Menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW)

Baja D16	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	722	722	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Apr	3.710	3.710	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Mei	4.840	4.840	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jun	5.764	5.764	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jul	1.998	1.998	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Agu	1.770	1.770	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Sep	1.484	1.484	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Okt	242	242	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Nov	17	17	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	20.547	20.547		Rp. 145.620,00	Rp. 0,00	Rp. 145.620,00

Total lot pemesanan adalah 20.547 batang cukup untuk mencukupi kebutuhan sebesar 20.547 batang. Rincian biaya pengadaan adalah seluruhnya total biaya pemesanan. Total biaya pengadaan material baja tulangan D16 dengan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within adalah Rp. 145.620,00.

e. Pengadaan baja tulangan D22 dengan Algoritma Wagner dan Within (AWW).

Pengadaan baja tulangan D22 dilakukan dari bulan Maret 2020 sampai dengan waktu pelaksanaan survei yaitu bulan Oktober 2020 yaitu delapan bulan. Satuan dari bahan material baja tulangan yaitu batang. Total kebutuhan baja tulangan D22 pada periode bulan Maret sampai Oktober 2020 adalah 16.385 batang. Data yang dibutuhkan adalah data kebutuhan material setiap periode, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan setiap pesan (k) = Rp. 16.180,00
2. Biaya penyimpanan baja tulangan D22 setiap batang setiap bulan = Rp. 5.214,60

Perhitungan pengadaan baja tulangan D22 dengan Algoritma Wagner dan Within (AWW) diawali dengan menghitung matriks pemenuhan permintaan baja tulangan D22. Matriks ini disusun dengan cara melakukan akumulasi pada setiap periode pemesanan. Periode awal adalah bulan Maret 2020 sehingga bulan Maret adalah periode 1, bulan April adalah periode 2 dan seterusnya. Adapun matriks alternatif pemenuhan kebutuhan baja tulangan D22 diperlihatkan pada Tabel 5.26.



Tabel 5.26. Matriks Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Baja Tulangan D22

		Permintaan (batang)							
		e = 1	e = 2	e = 3	e = 4	e = 5	e = 6	e = 7	e = 8
Baja D22		813	3.116	3.045	1.921	2.320	2.545	2.508	117
Pemenuhan (batang)	c = 1	813	3.929	6.974	8.895	11.215	13.760	16.268	16.385
	c = 2	-	3.116	6.161	8.082	10.402	12.947	15.455	15.572
	c = 3	-	-	3.045	4.966	7.286	9.831	12.339	12.456
	c = 4	-	-	-	1.921	4.241	6.786	9.294	9.411
	c = 5	-	-	-	-	2.320	4.865	7.373	7.490
	c = 6	-	-	-	-	-	2.545	5.053	5.170
	c = 7	-	-	-	-	-	-	2.508	2.625
	c = 8	-	-	-	-	-	-	-	117

Pada Tabel 5.26. diperlihatkan permodelan pemenuhan kebutuhan bahan material baja tulangan D22 pada periode $c = 1$ diperlihatkan jumlah pemesanan yang diakumulasikan setiap periode pemesanan dari periode pertama yaitu bulan Maret 2020. Dengan menggunakan matriks pada Tabel 5.26. dapat dilanjutkan untuk menghitung total biaya variabel pemesanan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2-2):

$$Z_{ce} = k + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \text{ dengan ketentuan } 1 \leq c \leq e \leq N \dots\dots\dots(2-2)$$

Contoh perhitungan untuk menghitung biaya pengadaan adalah sebagai berikut:

$$Z_{11} = 16.180 + 5.214,60 (813 - 813) = 16.180$$

$$Z_{12} = 16.180 + 5.214,60 [(3.929 - 813) + (3.929 - 3.929)] = 16.264.854$$

$$Z_{13} = 16.180 + 5.214,60 [(6.974 - 813) + (6.974 - 3.929) + (6.974 - 6.974)]$$

$$= 32.146.337,0$$

$$Z_{23} = 16.180 + 5.214,60 [(6.161 - 3.116) + (6.161 - 6.161)] = 15.894.617,9$$

$$Z_{56} = 16.180 + 5.214,60 [(4.865 - 2.320) + (4.865 - 4.865)] = 13.287.321,1$$

$$Z_{57} = 16.180 + 5.214,60 [(7.373 - 2.320) + (7.373 - 4.865) + (7.373 - 7.373)]$$

$$= 39.443.723,2$$

$$Z_{78} = 16.180 + 5.214,60 [(2.625 - 2.508) + (2.625 - 2.625)] = 626.287,5$$

Adapun dari perhitungan biaya pengadaan didapatkan suatu matriks rekapitulasi total biaya pengadaan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within (AWW). Adapun rekapitulasi biaya pengadaan baja tulangan D22 dengan menggunakan AWW diperlihatkan pada Tabel 5.27.



Tabel 5.27. Rekapitulasi Biaya Variabel Pengadaan Baja Tulangan D22 pada Proyek Pembangunan *Innovative Program Cluster* (IPC) Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

Baja D22	Variabel Pembelian (Z)							
	e = 1 (Maret)	e = 2 (April)	e = 3 (Mei)	e = 4 (Juni)	e = 5 (Juli)	e = 6 (Agustus)	e = 7 (September)	e = 8 (Oktober)
c = 1 (Maret)	Rp. 16.180	Rp. 16.264.854	Rp. 32.146.337	Rp. 78.073.434	Rp. 126.464.863	Rp. 192.820.569	Rp. 271.289.775	Rp. 275.560.528
c = 2 (April)		Rp. 16.180	Rp. 15.894.618	Rp. 35.929.087	Rp. 72.222.659	Rp. 125.307.224	Rp. 190.698.229	Rp. 194.358.874
c = 3 (Mei)			Rp. 16.180	Rp. 10.033.415	Rp. 34.229.129	Rp. 74.042.553	Rp. 126.355.357	Rp. 129.405.894
c = 4 (Juni)				Rp. 16.180	Rp. 12.114.037	Rp. 38.656.320	Rp. 77.890.923	Rp. 80.331.353
c = 5 (Juli)					Rp. 16.180	Rp. 13.287.321	Rp. 39.443.723	Rp. 41.274.046
c = 6 (Agustus)						Rp. 16.180	Rp. 13.094.381	Rp. 14.314.596
c = 7 (September)							Rp. 16.180	Rp. 626.287
c = 8 (Oktober)								Rp. 16.180



Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan untuk menentukan biaya pembelian yang paling ekonomis dari Persamaan (2-4), Persamaan (2-5), dan Persamaan (2-6). Persamaan tersebut menghasilkan *output* berupa total biaya yang dibutuhkan dengan permodelan Algoritma Wagner dan Within. Adapun untuk menentukan biaya paling minim dari persamaan-persamaan tersebut digunakan Persamaan (2-3). Adapun rekapitulasi perhitungan biaya minimal dihitung sebagai berikut:

$$f_e = \text{Minimum} \{Z_{ce} + f_{c-1}\} \text{ dengan pembelian pertama yaitu } f_0 = 0 \dots \dots \dots (2-3)$$

$$f_1 = \text{Minimum} \{Z_{11} + f_0\} = \text{Minimum} \{16.180 + 0\} = 16.180 \text{ untuk } Z_{11} + f_0$$

$$f_2 = \text{Minimum} \{Z_{12} + f_0; Z_{22} + f_1\} \\ = \text{Minimum} \{16.264.854,1 + 0; 16.180 + 16.180\} = 32.360 \text{ untuk } Z_{22} + f_1$$

$$f_3 = \text{Minimum} \{Z_{13} + f_0; Z_{23} + f_1; Z_{33} + f_2\} \\ = \text{Minimum} \{32.146.337,01 + 0; 15.894.617,9 + 16.180; 16.180 + 32.360\} \\ = 48.540 \text{ untuk } Z_{33} + f_2$$

$$f_4 = \text{Minimum} \{Z_{14} + f_0; Z_{24} + f_1; Z_{34} + f_2; Z_{44} + f_3\} \\ = \text{Minimum} \{78.073.433,6; 35.945.267,1; 10.065.774,6; 64.720\} \\ = 64.720 \text{ untuk } Z_{44} + f_3$$

$$f_5 = 80.900 \text{ untuk } Z_{55} + f_4$$

$$f_6 = 97.080 \text{ untuk } Z_{66} + f_5$$

$$f_7 = 113.260 \text{ untuk } Z_{77} + f_6$$

$$f_8 = 129.440 \text{ untuk } Z_{88} + f_7$$

Adapun hasil dari perhitungan biaya minimal paling optimal diinterpretasikan menjadi ukuran lot sesuai dengan matriks alternatif pada Tabel 5.26. Perhitungan memperoleh hasil pemesanan periode pertama adalah 813 batang (Z_{11}), pemesanan pada periode kedua pada bulan April 2020 sebesar 3.116 batang (Z_{22}). Pemesanan selanjutnya dilakukan pada bulan Mei 2020 untuk periode ketiga sebesar 3.045 zak (Z_{33}) dan pemesanan periode keempat dilakukan pada bulan Juni 2020 sebesar 1.921 zak (Z_{44}) dan seterusnya sampai periode terakhir yaitu bulan Oktober 2020 sesuai dengan hasil perhitungan Persamaan (2-3) untuk periode selanjutnya. Pengadaan material baja tulangan D22 dengan menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW) diperlihatkan pada Tabel 5.28.



Tabel 5.28. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D22 Dengan Menggunakan Algoritma Wagner dan Within (AWW)

Baja D22	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	813	813	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Apr	3.116	3.116	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Mei	3.045	3.045	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jun	1.921	1.921	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Jul	2.320	2.320	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Agu	2.545	2.545	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Sep	2.508	2.508	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Okt	117	117	0	Rp. 16.180,00	Rp. 0,00	Rp. 16.180,00
Total	16.385	16.385	0	Rp. 129.440,00	Rp. 0,00	Rp. 129.440,00

Total lot pemesanan adalah 16.385 batang cukup untuk mencukupi kebutuhan sebesar 16.385 batang. Rincian biaya pengadaan adalah seluruhnya total biaya pemesanan. Total biaya pengadaan material baja tulangan D22 dengan menggunakan metode Algoritma Wagner dan Within adalah Rp. 129.440,00.

5.2. Analisis Biaya Operasional Material

Data material yang telah diolah menghasilkan *output* berupa nilai biaya pengadaan material dari metode-metode yang berbeda. Adapun dari hasil studi menggunakan metode-metode perencanaan kebutuhan material diperoleh biaya pengadaan material yang selanjutnya digunakan untuk menentukan metode yang memiliki *output* biaya yang paling ekonomis. Pengolahan data yang selanjutnya adalah untuk menentukan biaya operasional material dengan metode paling ekonomis dan melakukan perbandingan biaya operasional material hasil studi dengan biaya realisasi operasional material dari proyek.

Metode pengadaan material yang digunakan pada penelitian adalah metode berbasis *Material Requirement Planning* (MRP). Adapun metode yang digunakan antara lain *Economic Order Quantity* (EOQ), *Lot-For-Lot* (L-4-L), *Fixed Period Requirement* (FPR), dan Algoritma Wagner dan Within (AWW). Perhitungan biaya pengadaan yang dilakukan dengan menggunakan keempat metode tersebut menghasilkan suatu *output* yang digunakan sebagai indikator metode pengadaan material yang paling



ekonomis pada studi kasus proyek X. Adapun total biaya pengadaan hasil studi berdasarkan jenis material diperlihatkan pada Tabel 5.29.

Tabel 5.29. Total Biaya Pengadaan Hasil Studi Berdasarkan Jenis Material

Jenis Material	Total Biaya Pengadaan			Algoritma Wagner dan Within (AWW)
	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	<i>Lot-For-Lot</i> (L-4-L)	<i>Fixed Period Requirement</i> (FPR)	
Semen PC	Rp. 866.665,92	Rp. 245.582,58	Rp. 975.260,00	Rp. 533.701,58
Besi D10	Rp. 1.368.444,71	Rp. 145.620,00	Rp. 37.908.252,49	Rp. 145.620,00
Besi D13	Rp. 1.824.810,33	Rp. 145.620,00	Rp. 26.016.349,93	Rp. 145.620,00
Besi D16	Rp. 2.233.894,89	Rp. 145.620,00	Rp. 31.744.626,72	Rp. 145.620,00
Besi D22	Rp. 1.672.959,75	Rp. 129.440,00	Rp. 40.211.877,17	Rp. 129.440,00
Jumlah	Rp. 7.966.775,59	Rp. 811.882,58	Rp. 136.856.366,32	Rp. 1.100.001,58

Total biaya pengadaan material hasil studi pada Tabel 5.29. menunjukkan bahwa pada metode pengadaan material yang memiliki *output* paling rendah adalah metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) sebesar Rp. 811.882,58 dan dilanjutkan Algoritma Wagner dan Within (AWW) sebesar Rp. 1.100.001,58. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan metode lain yaitu metode *Economic Order Quantity* (EOQ) sebesar Rp. 7.966.775,59 dan metode *Fixed Period Requirement* (FPR) sebesar Rp. 136.856.366,32. Adapun metode yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah Algoritma Wagner dan Within karena metode ini memiliki dasar perhitungan yang lebih kuat dibandingkan dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L) meskipun memiliki *output* yang sama.

5.5.1. Biaya Pengadaan Material Berdasarkan Perencanaan Proyek

Biaya pengadaan material berdasarkan perencanaan proyek dibuat sesuai dengan data perencanaan pengadaan material yang telah direalisasikan oleh kontraktor pada Proyek Pembangunan Gedung *Innovative Program Cluster* (IPC) Universitas Katolik Soegijapranata Semarang selama bulan Maret sampai bulan November tahun 2020. Data realisasi pengadaan diperoleh dari kartu gudang lapangan untuk material-material yang digunakan untuk objek penelitian. Data biaya pemesanan dan biaya pembelian yang digunakan adalah data asumsi yang sama yang



digunakan pada perhitungan metode *Material Requirement Planning* (MRP). Perhitungan dilakukan dengan menghitung biaya pengadaan material sesuai dengan lot pemesanan *real* dari proyek.

a. Pengadaan semen *portland* berdasarkan realisasi proyek.

Pengadaan semen *portland* berdasarkan realisasi proyek dilakukan selama bulan Maret sampai bulan November 2020. Pemesanan dilakukan sebanyak 15 kali pemesanan dengan rincian sekali pemesanan pada bulan Maret, dua kali pemesanan pada bulan April, sekali pemesanan pada bulan Mei, sekali pada bulan Juni dan sekali pada bulan Juli. Pada bulan Agustus tidak terdapat pemesanan dan dilakukan pemesanan kembali pada bulan September dengan tiga kali pemesanan, bulan Oktober tiga kali pemesanan, dan bulan November terdapat tiga kali pemesanan. Adapun total pengadaan semen *portland* berdasarkan realisasi proyek adalah sebesar 3.000 zak selama bulan Maret sampai bulan November 2020. Perhitungan biaya pengadaan semen *portland* realisasi proyek diperlihatkan pada Tabel.5.30.

Tabel 5.30. Perhitungan Pengadaan Material Semen *Portland* Sesuai Dengan Realisasi Proyek

Semen PC	Kebutuhan (zak)	Lot Pesan (zak)	Sisa (zak)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	160	200	40	Rp. 16.180,00	Rp. 24.843,33	Rp. 41.023,33
Apr	308	400	132	Rp. 32.360,00	Rp. 81.983,00	Rp. 114.343,00
Mei	166	200	166	Rp. 16.180,00	Rp. 103.099,83	Rp. 119.279,83
Jun	282	200	84	Rp. 16.180,00	Rp. 52.171,00	Rp. 68.351,00
Jul	111	200	173	Rp. 16.180,00	Rp. 107.447,42	Rp. 123.627,42
Agu	113	0	60	Rp. 0,00	Rp. 37.265,00	Rp. 37.265,00
Sep	403	600	257	Rp. 48.540,00	Rp. 159.618,42	Rp. 208.158,42
Okt	737	600	120	Rp. 48.540,00	Rp. 74.530,00	Rp. 123.070,00
Nov	679	600	41	Rp. 48.540,00	Rp. 25.464,42	Rp. 74.004,42
Total	2.959	3.000		Rp. 242.700,00	Rp. 666.422,42	Rp. 909.122,42

Pada Tabel 5.30. diperlihatkan rincian biaya pengadaan material semen *portland* sesuai dengan realisasi pengadaan dari proyek. Adapun total pemesanan yang dilakukan sebanyak 15 kali pemesanan yaitu sebesar Rp. 242.700,00 dan sebanyak 3.000 zak. Pengadaan semen *portland* cukup untuk memenuhi permintaan kebutuhan dari proyek yaitu sebesar 2.959 zak. Total biaya pengadaan semen *portland* berdasarkan realisasi proyek adalah Rp. 909.122,42.



b. Pengadaan baja tulangan D10 berdasarkan realisasi proyek.

Pengadaan baja tulangan D10 berdasarkan realisasi proyek dilakukan selama bulan Maret sampai bulan September 2020. Pemesanan dilakukan 17 kali pemesanan dengan rincian sekali pemesanan masing-masing pada bulan Maret, bulan April, bulan Mei, bulan Juni, dan bulan Agustus. Pemesanan lain dilakukan tujuh kali pada bulan Juli dan lima kali pemesanan pada bulan September. Adapun total pengadaan baja tulangan D10 berdasarkan realisasi proyek adalah sebesar 74.220 batang selama bulan Maret sampai bulan November. Adapun perhitungan biaya pengadaan baja tulangan D10 sesuai realisasi proyek diperlihatkan pada Tabel.5.31.

Tabel 5.31. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D10 Sesuai Dengan Realisasi Proyek

Baja D10	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	976	2.450	1.474	Rp. 16.180,00	Rp. 1.588.080,82	Rp. 1.604.260,82
Apr	1.985	7.800	7.289	Rp. 16.180,00	Rp. 7.853.135,07	Rp. 7.869.315,07
Mei	2.945	532	4.876	Rp. 16.180,00	Rp. 5.253.379,97	Rp. 5.269.559,97
Jun	7.152	2.391	115	Rp. 16.180,00	Rp. 123.900,47	Rp. 140.080,47
Jul	17.061	44.116	27.170	Rp. 113.260,00	Rp. 29.272.833,02	Rp. 29.386.093,02
Agu	25.198	3.458	5.430	Rp. 16.180,00	Rp. 5.850.257,02	Rp. 5.866.437,02
Sep	17.569	13.473	1.334	Rp. 80.900,00	Rp. 1.437.245,46	Rp. 1.518.145,46
Okt	775	0	559	Rp. 0,00	Rp. 602.264,03	Rp. 602.264,03
Nov	145	0	414	Rp. 0,00	Rp. 446.041,70	Rp. 446.041,70
Total	73.806	74.220		Rp. 275.060,00	Rp. 52.427.137,56	Rp. 52.702.197,56

Pada Tabel 5.31. diperlihatkan rincian biaya pengadaan material baja tulangan D10 sesuai dengan realisasi pengadaan dari proyek. Adapun total pemesanan yang dilakukan sebanyak 17 kali pemesanan selama tujuh bulan pengadaan yaitu sebesar Rp. 275.060,00 dan sebanyak 74.220 batang. Pengadaan baja tulangan D10 cukup untuk memenuhi permintaan kebutuhan dari proyek yaitu sebesar 73.806 batang. Adapun total biaya pengadaan baja tulangan D10 berdasarkan realisasi proyek adalah Rp. 52.702.197,56.

c. Pengadaan baja tulangan D13 berdasarkan realisasi proyek.

Pengadaan baja tulangan D13 berdasarkan realisasi proyek dilakukan selama bulan Maret sampai bulan September. Pemesanan dilakukan 17 kali pemesanan dengan



rincian empat kali pemesanan masing-masing pada bulan Juni, bulan Juli, dan bulan September. Pemesanan lain dilakukan dua kali pada bulan Maret dan tiga kali pemesanan pada bulan April. Adapun total pengadaan baja tulangan D13 berdasarkan realisasi proyek adalah sebesar 29.905 batang selama bulan Maret sampai bulan September. Adapun perhitungan biaya pengadaan baja tulangan D13 sesuai realisasi proyek diperlihatkan pada Tabel.5.32.

Tabel 5.32. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D13 Sesuai Dengan Realisasi Proyek

Baja D13	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	414	1.825	1.411	Rp. 32.360,00	Rp. 2.569.146,30	Rp. 2.601.506,30
Apr	4.001	8.152	5.562	Rp. 48.540,00	Rp. 10.127.279,73	Rp. 10.175.819,73
Mei	3.930	0	1.632	Rp. 0,00	Rp. 2.971.542,70	Rp. 2.971.542,70
Jun	3.479	5.318	3.471	Rp. 64.720,00	Rp. 6.319.990,64	Rp. 6.384.710,64
Jul	7.278	12.016	8.209	Rp. 64.720,00	Rp. 14.946.932,64	Rp. 15.011.652,64
Agu	6.604	0	1.605	Rp. 0,00	Rp. 2.922.381,15	Rp. 2.922.381,15
Sep	3.824	2.594	375	Rp. 64.720,00	Rp. 682.799,33	Rp. 747.519,33
Okt	160	0	215	Rp. 0,00	Rp. 391.471,62	Rp. 391.471,62
Nov	64	0	151	Rp. 0,00	Rp. 274.940,53	Rp. 274.940,53
Jum	29.754	29.905		Rp. 275.060,00	Rp. 41.206.484,65	Rp. 41.481.544,65

Pada Tabel 5.32. diperlihatkan rincian biaya pengadaan material baja tulangan D13 sesuai dengan realisasi pengadaan dari proyek. Adapun total pemesanan yang dilakukan sebanyak 17 kali pemesanan selama lima bulan pengadaan yaitu sebesar Rp. 275.060,00 dan sebanyak 74.220 batang. Pengadaan baja tulangan D13 cukup untuk memenuhi permintaan kebutuhan dari proyek yaitu sebesar 73.806 batang. Adapun total biaya pengadaan baja tulangan D13 berdasarkan realisasi proyek adalah Rp. 41.481.544,65.

d. Pengadaan baja tulangan D16 berdasarkan realisasi proyek.

Pengadaan baja tulangan D16 berdasarkan realisasi proyek dilakukan selama bulan Maret sampai bulan September 2020. Pemesanan dilakukan 18 kali pemesanan dengan rincian tiga kali pemesanan pada bulan Maret. Pemesanan dilakukan empat kali pada bulan April, sekali pada bulan Mei, masing-masing dua kali pada bulan Juni dan bulan Juli. Pemesanan terakhir dilakukan pada bulan September sebanyak



enam kali pemesanan. Adapun total pengadaan baja tulangan D16 berdasarkan realisasi proyek adalah sebesar 21.075 batang selama bulan Maret sampai bulan September. Adapun perhitungan biaya pengadaan baja tulangan D16 sesuai realisasi proyek diperlihatkan pada Tabel.5.33.

Tabel 5.33. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D16 Sesuai Dengan Realisasi Proyek

Baja D16	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	722	3.893	3.171	Rp. 48.540,00	Rp. 8.746.037,28	Rp. 8.794.577,28
Apr	3.710	5.250	4.711	Rp. 64.720,00	Rp. 12.993.560,91	Rp. 13.058.280,91
Mei	4.840	2.856	2.727	Rp. 16.180,00	Rp. 7.521.426,57	Rp. 7.537.606,57
Jun	5.764	4.047	1.010	Rp. 32.360,00	Rp. 2.785.713,55	Rp. 2.818.073,55
Jul	1.998	3.039	2.051	Rp. 32.360,00	Rp. 5.656.929,19	Rp. 5.689.289,19
Agu	1.770	0	281	Rp. 0,00	Rp. 775.035,15	Rp. 775.035,15
Sep	1.484	1.990	787	Rp. 97.080,00	Rp. 2.170.650,06	Rp. 2.267.730,06
Okt	242	0	545	Rp. 0,00	Rp. 1.503.182,06	Rp. 1.503.182,06
Nov	17	0	528	Rp. 0,00	Rp. 1.456.293,81	Rp. 1.456.293,81
Total	20.547	21.075		Rp. 291.240,00	Rp. 43.608.828,59	Rp. 43.900.068,59

Pada Tabel 5.33. diperlihatkan rincian biaya pengadaan material baja tulangan D16 sesuai dengan realisasi pengadaan dari proyek. Adapun total pemesanan yang dilakukan sebanyak 18 kali pemesanan selama enam bulan pengadaan yaitu sebesar Rp. 281.240,00 dan sebanyak 21.075 batang. Pengadaan baja tulangan D16 cukup untuk memenuhi permintaan kebutuhan dari proyek yaitu sebesar 20.547 batang. Adapun total biaya pengadaan baja tulangan D16 berdasarkan realisasi proyek adalah Rp. 43.900.068,59.

e. Pengadaan baja tulangan D22 berdasarkan realisasi proyek.

Pengadaan baja tulangan D22 berdasarkan realisasi proyek dilakukan selama bulan Maret sampai bulan September. Pemesanan dilakukan 19 kali pemesanan dengan rincian tiga kali pemesanan pada bulan Maret. Pemesanan dilakukan lima kali pada bulan April, tidak ada pemesanan pada bulan Mei, sekali pada bulan Juni dan tiga kali pemesanan bulan Juli. Pemesanan kembali dilakukan pada bulan Agustus dan September masing-masing sebanyak dua kali dan lima kali pemesanan. Adapun total pengadaan baja tulangan D22 berdasarkan realisasi proyek adalah sebesar



16.700 batang selama bulan Maret sampai bulan September. Adapun perhitungan biaya pengadaan baja tulangan D22 sesuai realisasi proyek diperlihatkan pada Tabel.5.34.

Tabel 5.34. Perhitungan Pengadaan Material Baja Tulangan D22 Sesuai Dengan Realisasi Proyek

Baja D22	Kebutuhan (batang)	Lot Pesan (batang)	Sisa (batang)	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total Biaya
Mar	813	2.780	1.967	Rp. 48.540,00	Rp. 10.257.105,88	Rp. 10.305.645,88
Apr	3.116	5.187	4.038	Rp. 80.900,00	Rp. 21.056.529,51	Rp. 21.137.429,51
Mei	3.045	0	993	Rp. 0,00	Rp. 5.178.091,58	Rp. 5.178.091,58
Jun	1.921	1.127	199	Rp. 16.180,00	Rp. 1.037.704,15	Rp. 1.053.884,15
Jul	2.320	3.498	1.377	Rp. 48.540,00	Rp. 7.180.495,57	Rp. 7.229.035,57
Agu	2.545	1.172	4	Rp. 32.360,00	Rp. 20.858,37	Rp. 53.218,37
Sep	2.508	2.936	432	Rp. 80.900,00	Rp. 2.252.704,49	Rp. 2.333.604,49
Okt	117	0	315	Rp. 0,00	Rp. 1.642.597,03	Rp. 1.642.597,03
Total	16.385	16.700		Rp. 307.420,00	Rp. 48.626.086,59	Rp. 48.933.506,59

Pada Tabel 5.34. diperlihatkan rincian biaya pengadaan material baja tulangan D22 sesuai dengan realisasi pengadaan dari proyek. Adapun total pemesanan yang dilakukan sebanyak 19 kali pemesanan selama enam bulan pengadaan yaitu sebesar Rp. 307.420,00 dan sebanyak 16.700 batang. Pengadaan baja tulangan D22 cukup untuk memenuhi permintaan kebutuhan dari proyek yaitu sebesar 16.385 batang. Adapun total biaya pengadaan baja tulangan D22 berdasarkan realisasi proyek adalah Rp. 48.933.506,59.

5.5.2. Analisis Perbandingan

Tahap pengolahan data yang terakhir dalam penelitian ini adalah analisis perbandingan antara biaya operasional material hasil studi penelitian dan realisasi pelaksanaan proyek. Biaya operasional material dihitung dengan menjumlahkan biaya total pembelian dan total biaya pengadaan yang meliputi biaya penyimpanan dan biaya pemesanan. Pada penelitian biaya pembelian dilakukan dengan perkalian jumlah bahan material dengan harga satuan material. Penelitian menghasilkan metode *Lot-For-Lot* sebagai metode dengan *output* paling ekonomis. Total biaya pengadaan hasil studi berdasarkan periode waktu diperlihatkan pada Tabel 5.35.



Tabel 5.35. Total Biaya Pengadaan Berdasarkan Periode Waktu

Periode	Total Biaya Pengadaan			Algoritma Wagner dan Within (AWW)
	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	<i>Lot-For-Lot</i> (L-4-L)	<i>Fixed Period Requirement</i> (FPR)	
Mar	Rp. 1.033.769,69	Rp. 105.743,33	Rp. 36.177.181,87	Rp. 272.193,67
Apr	Rp. 1.041.928,27	Rp. 80.900,00	Rp. 0,00	Rp. 64.720,00
May	Rp. 828.949,68	Rp. 102.016,83	Rp. 40.211.243,14	Rp. 256.045,50
Jun	Rp. 894.930,08	Rp. 80.900,00	Rp. 0,00	Rp. 64.720,00
Jul	Rp. 758.418,07	Rp. 151.082,42	Rp. 57.476.878,28	Rp. 151.082,42
Aug	Rp. 1.072.016,99	Rp. 64.720,00	Rp. 0,00	Rp. 64.720,00
Sep	Rp. 791.242,72	Rp. 80.900,00	Rp. 2.942.523,03	Rp. 80.900,00
Oct	Rp. 964.303,88	Rp. 80.900,00	Rp. 0,00	Rp. 80.900,00
Nov	Rp. 581.216,21	Rp. 64.720,00	Rp. 48.540,00	Rp. 64.720,00
Total	Rp. 7.966.775,59	Rp. 811.882,58	Rp. 136.856.366,32	Rp. 1.100.001,58

Pada Tabel 5.35. diperlihatkan bahwa setiap periode bulan terdapat selisih yang cukup kecil antara metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) dan metode Algoritma Wagner dan Within (AWW). Metode L-4-L menjadi metode yang memiliki *output* biaya yang paling minim dan selanjutnya metode AWW menjadi metode dengan *output* biaya paling rendah kedua. Adapun pada perhitungan selanjutnya diperlihatkan rincian biaya pembelian dengan menggunakan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) sebagai contoh rincian perhitungan biaya pembelian.

Biaya pembelian selanjutnya dijumlahkan dengan biaya pengadaan untuk selanjutnya dapat diperoleh total biaya operasional material. Adapun rincian biaya pembelian material dengan menggunakan *Lot-For-Lot* (L-4-L) diperlihatkan pada Tabel 5.36. dan biaya pembelian dengan metode *Material Requirement Planning* (MRP) diperlihatkan pada Gambar 5.10.

Tabel 5.36. Rincian Biaya Pembelian Material Menggunakan *Lot-For-Lot* (L-4-L)

Material	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Pemesanan	Biaya Kumulatif
Semen PC	zak	Rp. 58.000,00	2.959 zak	Rp. 171.622.000,00
Besi D10	batang	Rp. 100.612,80	73.806 batang	Rp. 7.425.828.316,80
Besi D13	batang	Rp. 170.035,63	29.754 batang	Rp. 5.059.240.135,02
Besi D16	batang	Rp. 257.568,77	20.547 batang	Rp. 5.292.265.517,19
Besi D22	batang	Rp. 486.965,95	16.385 batang	Rp. 7.978.937.090,75
Total				Rp. 25.927.893.059,76



Gambar 5.10. Biaya Pembelian Metode *Material Requirement Planning* (MRP) Pada Gambar 5.10. diperlihatkan biaya pembelian dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) lebih tinggi dari metode lain yaitu sebesar Rp. 25.980.659.087,81 Metode EOQ memiliki kebutuhan biaya pembelian yang tinggi karena dengan menggunakan metode EOQ pengadaan barang dilakukan melebihi kuantitas kebutuhan dari barang. Tiga metode lain yang digunakan menghasilkan nilai kuantitas jumlah pengadaan barang yang sama atau sesuai dengan jumlah kebutuhan yaitu sebesar Rp. 25.927.893.059,76. Rincian biaya pembelian material realisasi proyek diperlihatkan pada Tabel 5.37.

Tabel 5.37. Rincian Biaya Pembelian Material Realisasi Pelaksanaan Proyek

Material	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Pemesanan	Biaya Kumulatif
Semen PC	zak	Rp. 58.000,00	3.000 zak	Rp. 174.000.000,00
Besi D10	batang	Rp. 100.612,80	74.220 batang	Rp. 7.467.482.016,00
Besi D13	batang	Rp. 170.035,63	29.905 batang	Rp. 5.084.915.515,15
Besi D16	batang	Rp. 257.568,77	21.075 batang	Rp. 5.428.261.827,75
Besi D22	batang	Rp. 486.965,95	16.700 batang	Rp. 8.132.331.365,00
Total				Rp. 26.286.990.723,90

Pada Tabel 5.37. diperlihatkan rincian biaya pembelian material realisasi pelaksanaan proyek yaitu sebesar Rp. 26.286.990.723,90. Biaya pembelian tersebut lebih besar dari biaya pembelian menggunakan empat metode *Material Requirement Planning* (MRP). Adapun biaya pembelian metode *Material Requirement Planning* (MRP) dan realisasi diperlihatkan pada Tabel 5.38.

Tabel 5.38. Biaya Pembelian Metode *Material Requirement Planning* dan Realisasi

Metode	Biaya Pembelian
<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	Rp. 25.980.659.087,81
<i>Lot-For-Lot</i> (L-4-L)	Rp. 25.927.893.059,76
<i>Fixed Period Requirement</i> (FPR)	Rp. 25.927.893.059,76
Algoritma Wagner dan Within (AWW)	Rp. 25.927.893.059,76
Realisasi Pelaksanaan Proyek	Rp. 26.286.990.723,90

Pada Tabel 5.38. diperlihatkan bahwa terdapat tiga permodelan biaya pembelian yaitu dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ), *Lot-For-Lot* (L-4-L), dan realisasi pelaksanaan proyek. Adapun tiga permodelan ini menjadi dasar untuk perhitungan selanjutnya yaitu penjumlahan biaya pengadaan dan biaya pembelian. Adapun total biaya pengadaan permodelan diperlihatkan pada Tabel 5.39.

Tabel 5.39. Biaya Pengadaan Alternatif Permodelan

Jenis Material	Total Biaya Pengadaan		
	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	<i>Lot-For-Lot</i> (L-4-L)	Realisasi Pelaksanaan Proyek
Semen PC	Rp. 866.665,92	Rp. 245.582,58	Rp. 909.122,42
Besi D10	Rp. 1.368.444,71	Rp. 145.620,00	Rp. 52.702.197,56
Besi D13	Rp. 1.824.810,33	Rp. 145.620,00	Rp. 41.481.544,65
Besi D16	Rp. 2.233.894,89	Rp. 145.620,00	Rp. 43.900.068,59
Besi D22	Rp. 1.672.959,75	Rp. 129.440,00	Rp. 48.626.086,59
Jumlah	Rp. 7.966.775,59	Rp. 811.882,58	Rp. 187.926.439,81

Pada Tabel 5.39. diperlihatkan bahwa total biaya pengadaan material menggunakan tiga alternatif permodelan yaitu *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah sebesar Rp. 7.911.920,00, total biaya pengadaan dengan *Lot-For-Lot* (L-4-L) sebesar Rp. 811.882,58, dan total biaya pengadaan realisasi pelaksanaan proyek adalah sebesar Rp. 187.926.439,81. Perbedaan nilai yang cukup besar merupakan manfaat dan efisiensi dari penggunaan metode perencanaan kebutuhan material atau *Material Requirement Planning* (MRP).

Pemilihan metode *Material Requirement Planning* (MRP) dengan efisiensi dan biaya yang minim mengacu pada dua metode yaitu *Economic Order Quantity* (EOQ) dan *Lot-For-Lot* (L-4-L). Adapun dua alternatif permodelan metode MRP yaitu EOQ dan L-4-L memiliki keuntungan masing-masing. Penggunaan EOQ



memiliki keuntungan pada bidang ketersediaan bahan. Ketersediaan material dengan menggunakan EOQ lebih aman jika ada kebutuhan berlebih karena bahan material yang dipesan melebihi jumlah kebutuhan. Adapun rincian perbandingan biaya operasional material menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ) dan realisasi pelaksanaan proyek diperlihatkan pada Tabel 5.40.

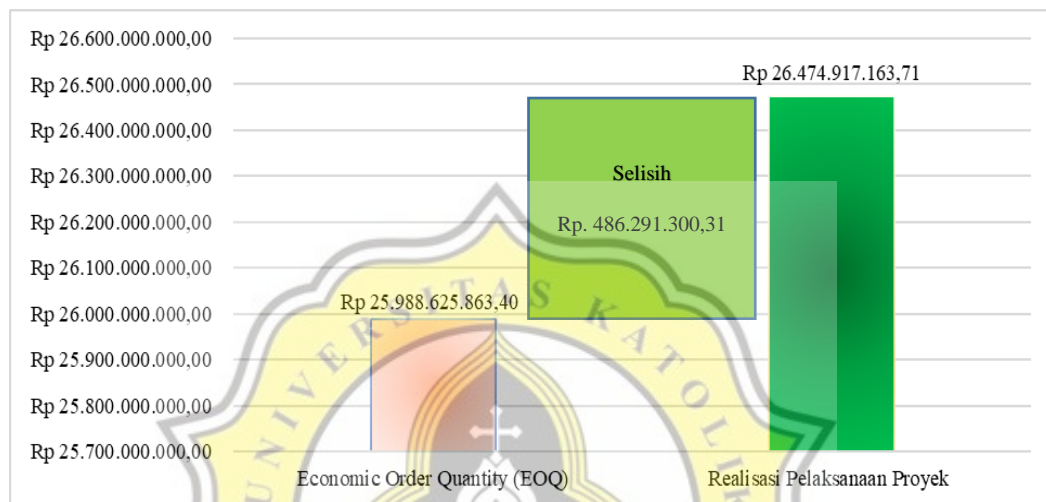
Tabel 5.40. Rincian Biaya Operasional Material Menggunakan *Economic Order Quantity* (EOQ) dan Realisasi Pelaksanaan Proyek

Metode	Biaya Pembelian	Biaya Pengadaan Material	Total Biaya Operasional Material
<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	Rp. 25.980.659.087,81	Rp. 7.966.775,59	Rp. 25.988.625.864,40
Realisasi Pelaksanaan Proyek	Rp. 26.286.990.723,90	Rp. 187.926.439,81	Rp. 26.474.917.163,71
Selisih	Rp. 306.331.636,09	Rp. 179.959.664,22	Rp. 486.291.300,31

Penggunaan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) menghasilkan total biaya operasional material dengan selisih total Rp. 486.291.300,31. Nilai tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode EOQ dapat menekan pengeluaran biaya operasional proyek sebesar 1,837%. Berdasarkan Persamaan (2-7) diperoleh biaya operasional dari objek penelitian adalah sebagai berikut:

- Biaya operasional menggunakan metode pengadaan material *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk semen *portland* adalah sebesar Rp. 183.218.665,92.
- Biaya operasional menggunakan metode pengadaan material *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk material baja tulangan D10 adalah sebesar Rp. 7.437.056.815,91.
- Biaya operasional menggunakan metode pengadaan material *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk material baja tulangan D13 adalah sebesar Rp. 5.063.105.432,44.
- Biaya operasional menggunakan metode pengadaan material *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk material baja tulangan D16 adalah sebesar Rp. 5.324.634.916,84.
- Biaya operasional menggunakan metode pengadaan material *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk material baja tulangan D22 adalah sebesar Rp. 7.980.610.083,27.

Adapun dari perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai total biaya operasional material menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah sebesar Rp. 25.988.625.864,40. Adapun perbandingan total biaya operasional material antara metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dan realisasi pelaksanaan proyek diperlihatkan pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11. Perbandingan Biaya Operasional Material Antara Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dan Realisasi Pelaksanaan Proyek

Pemilihan metode *Material Requirement Planning* (MRP) biaya yang minim mengacu pada *Lot-For-Lot* (L-4-L). Penggunaan L-4-L memiliki keuntungan pada biaya pengadaan yang paling ekonomis. Pengadaan dengan menggunakan L-4-L adalah metode yang tepat karena biaya pengadaan dan biaya pembelian dengan menggunakan metode L-4-L adalah yang paling ekonomis dan jauh lebih murah jika dibandingkan dengan biaya operasional realisasi dari pelaksanaan proyek. Adapun rincian perbandingan biaya operasional material menggunakan *Lot-For-Lot* (L-4-L) dan realisasi pelaksanaan proyek diperlihatkan pada Tabel 5.41.

Tabel 5.41. Rincian Biaya Operasional Material Menggunakan *Lot-For-Lot* (L-4-L) dan Realisasi Pelaksanaan Proyek

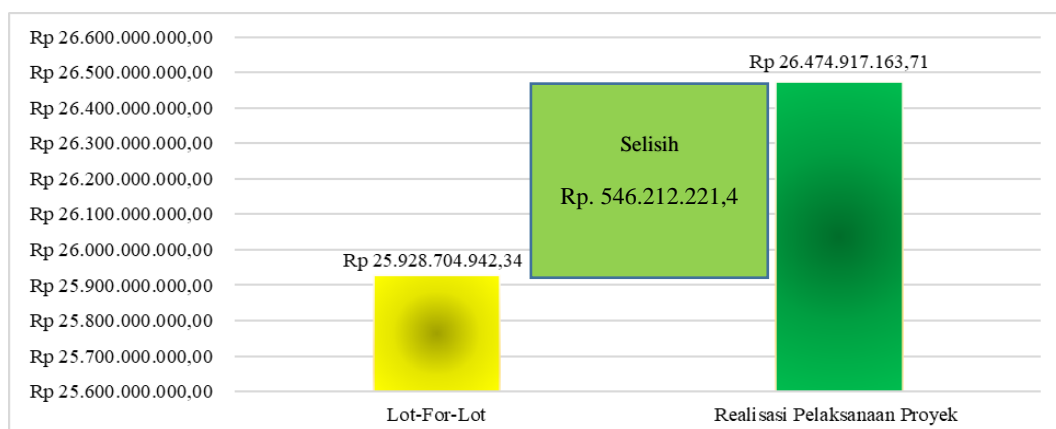
Metode	Biaya Pembelian	Biaya Pengadaan Material	Total Biaya Operasional Material
Lot-For-Lot (L-4-L)	Rp. 25.927.893.059,76	Rp. 811.882,58	Rp. 25.928.704.942,34
Realisasi Pelaksanaan Proyek	Rp. 26.286.990.723,90	Rp. 187.926.439,81	Rp. 26.474.917.163,71
Selisih	Rp. 359.097.664,1	Rp. 187.114.557,2	Rp. 546.212.221,4



Penggunaan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) menghasilkan total biaya operasional material dengan selisih total Rp. 546.212.221,4. Dengan menggunakan metode L-4-L, proyek dapat menekan pengeluaran biaya operasional proyek sebesar 2,063%. Berdasarkan Persamaan (2-7) diperoleh biaya operasional paling minimum dengan menggunakan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) dari objek penelitian adalah sebagai berikut:

- Biaya operasional minimum untuk material semen *portland* adalah sebesar Rp. 171.867.582,58 (menggunakan metode pengadaan *Lot-For-Lot*).
- Biaya operasional minimum untuk material baja tulangan D10 adalah sebesar Rp. 7.425.973.936,80 (menggunakan metode pengadaan *Lot-For-Lot*).
- Biaya operasional minimum untuk material baja tulangan D13 adalah sebesar Rp. 5.059.385.814,53 (menggunakan metode pengadaan *Lot-For-Lot*).
- Biaya operasional minimum untuk material baja tulangan D16 adalah sebesar Rp. 5.292.411.096,10 (menggunakan metode pengadaan *Lot-For-Lot*).
- Biaya operasional minimum untuk material baja tulangan D22 adalah sebesar Rp. 7.979.066.563,52 (menggunakan metode pengadaan *Lot-For-Lot*).

Adapun dari perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai total biaya operasional material menggunakan metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) adalah sebesar Rp. 25.928.704.942,34. Adapun perbandingan total biaya operasional material antara metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) dengan realisasi pelaksanaan proyek diperlihatkan pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12. Perbandingan Biaya Operasional Material Antara Metode *Lot-For-Lot* (L-4-L) dan Realisasi Pelaksanaan Proyek