

TUGAS AKHIR
MANAJEMEN PERSEDIAAN MATERIAL
PADA INDUSTRI BETON JADI (READY MIX)
STUDI KASUS
PADA PT. JAYA READY MIX YOGYAKARTA

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

oleh

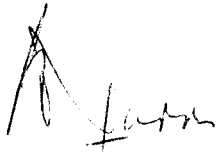
KUSHARTANTO AHMAD S
No. Mhs. 94 310 027
Nirm. 940051013114120027

RAHMAD JUNAEDIK
No. Mhs. 94310283
Nirm. 940051013114120275

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Ir.H. Tadjuddin BMA,MS
Dosen Pembimbing I

Ir. LaLu Makruf, MT
Dosen Pembimbing II



Tanggal: 7-12-2000



Tanggal: 6 DESEMBER 2000

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada kita semua, khususnya kepada penyusun sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang merupakan syarat guna memperoleh derajat strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan jumlah persediaan material optimal pada industri beton jadi (*ready mix*) dengan metode *Economic Order Quantity (EOQ)*, penelitian ini dilakukan pada PT. Jaya Ready Mix Yogyakarta.

Dalam penyelesaian tugas ini tidak lepas dari dukungan serta sumbangan pikiran dan saran dari berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama penyusunan. Untuk itu dengan segala hormat dan keikhlasan hati penyusun haturkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, PhD , selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta,
2. Bapak Ir. Tadjuddin BMA, MS , selaku Dosen Pembimbing I,
3. Bapak Ir. LL Makrup, MT, selaku Dosen Pembimbing II,
4. Bapak Ir. Harbi Hadi, MT, selaku Dosen Penguji,
5. Bapak Marpaung, selaku pimpinan PT. *JAYA READY MIX* Yogyakarta,

6. Bapak Teguh, staf PT. *JAYA READY MIX* Yogyakarta,
7. Ayah dan Bunda tercinta yang telah memberikan dorongan moril maupun materiil selama saya menjalani studi dan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Teman – teman yang telah banyak membantu selama penyusunan Tugas Akhir ini,

Penyusun menyadari dalam penyelesaian Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu penyusun mengharap kritik dan saran yang bersifat konstruktif dalam pengembangan dimasa mendatang.

Akhir kata, penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca umumnya.

Semoga Allah SWT memberkati kita semua, Amien.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, November 2000

Penyusun

INTISARI

Industri beton ready mix merupakan terobosan dari pakar-pakar konstruksi dalam pengolahan beton yang mampu melayani kebutuhan beton yang diinginkan konsumen. Salah satu aspek penting dalam industri beton ready mix adalah persediaan barang (inventory). Karena masalah inventory mempunyai efek yang langsung terhadap keuntungan perusahaan, dalam hal ini adanya penanaman investasi dalam inventory yang berupa pembelian material dan proses penyimpanan.

Untuk menjamin tingkat persediaan optimum ada 2 pertanyaan penting yang harus di jawab yaitu berapa jumlah yang di pesan agar pemesanan ekonomis, kapan pemesanan dilakukan dan perlu juga ditentukan berapa besarnya persediaan penyangga (buffer stock) yang merupakan persediaan minimum. Untuk mengusahakan tingkat persediaan yang optimal adalah dengan meminimalkan fungsi dari komponen komponen biaya antara lain biaya penyimpanan dan biaya pemesanan.

Data yang digunakan dalam studi kasus ini adalah data pemakaian material selama 3 tahun dari PT. Jaya ready mix Yogyakarta dengan menganggap tingkat kebutuhan pada suatu horison waktu adalah nilai rata-ratanya. Data ini dianalisis dengan menerapkan metode EOQ (Economic Order Quantity) untuk menentukan jumlah pesanan ekonomis, titik pemesanan ulang, siklus pemesanan dan cadangan penyangga.

Dengan penerapan metode EOQ diperoleh hasil, untuk semen 61 ton dengan siklus 69 kali per tahun, untuk pasir 165 m³ dengan siklus 71 kali per tahun dan untuk split 82 m³ dengan siklus 98 kali per tahun hasil tersebut dapat memenuhi kebutuhan material dengan biaya persediaan minimal, sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan metode EOQ dapat digunakan untuk menetapkan persediaan optimal pada PT. Jaya ready mix Yogyakarta.

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| INTISARI | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Pokok Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan | 3 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5. Pembatasan Pembahasan | 4 |
| 1.6. Metode Penelitian | 4 |

| | | |
|----------------|--|----------|
| BAB II. | LANDASAN TEORI | 7 |
| | 2.1. Teori Tentang Beton <i>Ready Mix</i> | 7 |
| | 2.1.1. Spesifikasi dari Beton <i>Ready Mix</i> | 7 |
| | 2.1.2. Campuran Beton dengan menggunakan semen portland biasa | 10 |
| | 2.1.3. Adukan Beton | 11 |
| | 2.2. Perencanaan Produksi | 11 |
| | 2.2.1. Hal-hal yang mempengaruhi Perencanaan Produksi | 12 |
| | 2.2.2. Perencanaan Bahan Baku | 13 |
| | 2.2.3. Perencanaan Peralatan | 13 |
| | 2.2.4. Perencanaan Sumber Daya Manusia | 14 |
| | 2.3. Proses Produksi | 15 |
| | 2.3.1. Sistem Produksi | 15 |
| | 2.3.2. Siklus Produksi | 16 |
| | 2.3.3. Persiapan Material | 16 |
| | 2.3.4. Persiapan Peralatan | 18 |
| | 2.3.5. Penakaran Material (<i>Batching</i>) | 18 |
| | 2.3.6. Pengdukan Beton | 19 |
| | 2.3.7. Pengangkutan | 21 |
| | 2.4. Teori Persediaan | 22 |
| | 2.4.1. Manajemen persediaan | 22 |

| | |
|--|----|
| 2.4.2. Pengawasan Persediaan | 24 |
| 2.4.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi persediaan bahan baku ... | 26 |
| 2.4.4. Fungsi Persediaan | 28 |
| 2.4.5. Komponen Permodelan | 28 |
| 2.4.6. Hal-hal yang mempengaruhi jenis permodelan | 30 |
| 2.4.7. Jenis Model Persediaan | 31 |
| 2.4.8. Model Inventarisasi Deterministik | 32 |
| 2.4.9. Titik Pemesanan Ulang | 43 |
| 2.4.10. Cadangan Penyangga | 44 |
| 2.5. Tingkat layanan (<i>service level</i>) | 45 |

BAB III. PENERAPAN MODEL PERSEDIAAN

| | |
|---|-----------|
| STUDI KASUS PADA PT. JAYA READY MIX | 46 |
| 3.1. Kapasitas Produksi | 46 |
| 3.2. Pangadaan Material pada PT. Jaya Ready Mix | 47 |
| 3.2.1. Semen | 47 |
| 3.2.2. Agregat | 47 |
| 3.3. Penentuan Model Persediaan yang digunakan | 48 |
| 3.3.1. Perhitungan Koefisien Variasi | 49 |
| 3.4. Batasan dan Anggaran | 50 |
| 3.5. Alogaritma Permodelan | 51 |
| 3.5.1. Pembacaan Data Pemakaian Material | 53 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.2. Analisis biaya-biaya <i>Inventory</i> | 53 |
| 3.5.3. Penentuan <i>Buffer Stock (Bm)</i> | 53 |
| 3.5.4. Penentuan Jumlah Pesanan Optimum | 54 |
| 3.5.5. Penentuan Titik Pemesanan Kembali | 54 |
| 3.5.6. Penentuan Siklus Pemesanan | 55 |
| BAB IV. ANALISIS MODEL | 56 |
| 4.1. Pembacaan Data Pemakaian Material | 56 |
| 4.2. Kapasitas Tempat Penyimpanan (Gudang) | 57 |
| 4.3. Analisis Biaya Satuan Persediaan | 57 |
| 4.3.1. Biaya Pembelian | 57 |
| 4.3.2. Biaya Pemesanan | 58 |
| 4.3.3. Biaya Penyimpanan | 58 |
| 4.4. Penentuan Jumlah Pesanan Optimum | 58 |
| 4.5. Penentuan Cadangan Penyangga | 59 |
| 4.5.1. Perhitungan <i>Standar Deviasi</i> (σ) | 60 |
| 4.5.2. Penentuan Cadangan Penyangga | 60 |
| 4.6. Penentuan Titik Pemesanan Kembali | 68 |
| 4.7. Penentuan Siklus Pemesanan | 71 |
| 4.8. Penentuan Total Biaya Pemesanan | 72 |
| 4.8.1. Total Biaya Persediaan Material Semen | 72 |

| | |
|---|------------|
| 4.8.2. Total Biaya Persediaan Material Semen | 74 |
| 4.8.3. Total Biaya Persediaan Material Semen | 76 |
| BAB V. PERENCANAAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN | |
| MATERIAL | 79 |
| 5.1. Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Semen | 79 |
| 5.2. Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Pasir | 80 |
| 5.3. Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Split | 80 |
| BAB VI. PEMBAHASAN | 89 |
| 6.1. Material Semen | 90 |
| 6.2. Material Pasir | 94 |
| 6.3. Material Split | 98 |
| BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN | 102 |
| DAFTAR PUSTAKA | 104 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | 106 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Daya tahan beton terhadap kehancuran minimum 7 hari dan 28 hari masing-masing setelah pencampuran | 8 |
| Tabel 2.2 | Proporsi Campuran Beton | 9 |
| Tabel 2.3 | Perbandingan agregat kering dari 50 kg semen | 9 |
| Tabel 2.4 | Campuran beton dengan menggunakan semen porlad biasa | 10 |
| Tabel 2.5 | Adukan Beton | 11 |
| Tabel 3.1 | Perhitungan Koefisien Variasi | 49 |
| Tabel 4.1 | Data Pemakaian Material Selama 3 Tahun | 56 |
| Tabel 4.2 | Hasil Perhitungan Cadangan Penyangga untuk service level 5 % | 64 |
| Tabel 4.3 | Hasil Perhitungan Cadangan Penyangga untuk service level 10 % | 64 |
| Tabel 4.4 | Hasil Perhitungan Cadangan Penyangga untuk service level 15 %..... | 66 |
| Tabel 4.5 | Hasil Perhitungan Cadangan Penyangga untuk service level 20 % | 68 |
| Tabel 4.6 | Hasil Perhitungan reorder point dan siklus pemesanan | 72 |
| Tabel 5.1 | Hasil Perhitungan Perencanaan Pengendalian Material | |

| | | |
|------------------|--|-----------|
| | Semen Untuk Jangka Waktu Pengendalian 1 Tahun | 82 |
| Tabel 5.2 | Hasil Perhitungan Perencanaan Pengendalian Material | |
| | Pasir Untuk Jangka Waktu Pengendalian 1 Tahun | 84 |
| Tabel 5.3 | Hasil Perhitungan Perencanaan Pengendalian Material | |
| | Split Untuk Jangka Pengendalian 1 Tahun | 86 |
| Tabel 6.1 | Hasil Perhitungan Untuk masing-masing Material..... | 89 |
| Tabel 6.2 | Total Biaya Material Semen Dalam | |
| | Berbagai Alternatif | 90 |
| Tabel 6.3 | Total Biaya Material Pasir Dalam | |
| | Berbagai Alternatif | 94 |
| Tabel 6.4 | Total Biaya Persediaan Material Split Dalam | |
| | Berbagai Alternatif | 98 |

DAFTAR GAMBAR-GAMBAR

| | | |
|------------|---|-----|
| Gambar 1.1 | Flow Chart Jalannya Penelitian | 6 |
| Gambar 2.1 | Sistem Produksi Industri Beton <i>Ready Mix</i> | 15 |
| Gambar 2.2 | Siklus Produksi pada Industri Beton <i>Ready Mix</i> | 20 |
| Gambar 2.3 | Titik Sediaan | 24 |
| Gambar 2.4 | Grafik Fungsi Tingkat Sediaan | 30 |
| Gambar 2.5 | Grafik Variasi dalam Tingkat Sediaan | 34 |
| Gambar 3.1 | Flow Chart Permodelan | 52 |
| Gambar 6.1 | Grafik Fungsi Tingkat Sediaan Semen berdasarkan Siklus Pemesanan | 93 |
| Gambar 6.2 | Grafik Fungsi Tingkat Sediaan Pasir berdasarkan Siklus Pemesanan | 97 |
| Gambar 6.3 | Grafik Fungsi Tingkat Sediaan Split berdasarkan Siklus Pemesanan | 101 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | | |
|----------|-----|--|-----|
| Lampiran | 1.1 | Pengujian kenormalan data material semen | 106 |
| Lampiran | 1.2 | Pengujian kenormalan data material Pasir | 107 |
| Lampiran | 1.3 | Pengujian kenormalan data material Split | 109 |
| Lampiran | 2 | Tabel Distribusi Normal | 112 |
| Lampiran | 3 | Layout PT. Jaya Ready Mix | 113 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan ekonomi Indonesia setelah krisis moneter mulai membaik, keadaan ini mendukung persaingan di segala bidang semakin kompetitif. Dunia konstruksi sebagai bagian dari perekonomian Indonesia, mendukung tumbuhnya berbagai sarana dan prasarana dituntut pula untuk terus meningkatkan kualitasnya dalam segala hal. Selain itu, pemakaian beton bukan lagi dibutuhkan dalam partai kecil yang dapat dibuat dilapangan, tetapi juga memerlukan jumlah beton yang besar dengan kualitas yang tinggi dan waktu yang singkat dan tepat.

Industri beton *ready mix* merupakan terobosan dari pakar-pakar konstruksi dalam pengolahan beton yang mampu melayani kebutuhan beton yang diinginkan dewasa ini.

Salah satu aspek penting dalam industri beton *ready mix* adalah persediaan barang (*inventory*). Karena masalah *inventory* mempunyai efek yang langsung terhadap keuntungan perusahaan, dalam hal ini adanya penanaman investasi dalam *inventory* yang berupa pembelian material dan proses penyimpanan. Kesalahan dalam menetapkan besarnya investasi dalam *inventory* akan menimbulkan masalah-masalah antara lain (1) jumlah total sediaan naik lebih cepat daripada jumlah yang dibutuhkan; (2) terjadi kehabisan barang tertentu yang menyebabkan interupsi

produksi atau penundaan penyerahan barang kepada pelanggan; (3) terlalu banyak mata sediaan tertentu dan terlalu sedikit mata sediaan yang lain; (4) mata sediaan yang hilang atau salah taruh dan keusangan terlalu tinggi; (5) menekan keuntungan perusahaan.

Yang perlu diperhatikan dalam aspek pengadaan material adalah pengendalian persediaan material. Dalam hal ini sering terjadi penumpukan material (*over stok material*) atau kekurangan material (*under stok material*), yang disebabkan oleh terbatasnya sumber daya yang ada antara lain: kapasitas tempat penyimpanan / gudang yang dimiliki, ketersediaan material yang dibutuhkan.

Penumpukan material pada industri beton ini mengakibatkan beberapa kerugian. Bila dalam industri beton *ready mix* ini terjadi penumpukan material maka akan terjadi borosnya pemakaian gudang, sehingga gudang ini harus diatur sedemikian rupa sehingga semua jenis material yang diperlukan (semen, pasir, kerikil, air) dapat ditempatkan. Dengan penumpukan material juga dapat memperbesar beban bunga, memperbesar kemungkinan kerugian karena kerusakan, turunnya kualitas.

Selain terjadi penumpukan material, kekurangan material juga dapat mengakibatkan perusahaan menghadapi resiko keterlambatan atau kemacetan kegiatan, sehingga perusahaan kehilangan kesempatan mendapatkan keuntungan karena tidak dapat memenuhi pesanan.

Berdasarkan hal diatas, maka perlu kiranya suatu manajemen persediaan material yang baik, sehingga diharapkan kebijaksanaan persediaan bahan baku/sistem persediaan dapat digunakan untuk menetapkan dan menjamin tersedianya bahan baku dalam kuantitas dan waktu yang tepat, sehingga kebutuhan bahan baku dapat selalu terpenuhi dengan biaya persediaan minimal.

1.2. Pokok Masalah

- a. Bagaimana pengendalian terhadap persediaan bahan baku yang baik untuk menjamin terdapatnya persediaan pada tingkat yang optimal, yang dapat memenuhi kebutuhan bahan baku dalam jumlah dan pada waktu yang tepat serta dengan biaya persediaan yang minimal.
- b. Berapa besarnya persediaan bahan baku pada waktu pemesanan kembali dilakukan dan berapa besarnya persediaan tambahan yang disediakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan baku (*stock out*).

1.3. Tujuan

Tujuan dari studi dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Penerapan model persediaan untuk mendapatkan jumlah pesanan optimal untuk material semen, pasir dan kerikil pada pekerjaan beton *ready mix*.
- b. Menetapkan besarnya jumlah cadangan pengaman dari material semen, pasir dan kerikil untuk menjamin kelancaran produksi pada industri beton *ready mix*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Kebutuhan bahan baku untuk industri beton *ready mix* dapat selalu terpenuhi dengan biaya persediaan yang minimal.
- b. Harga beton untuk tiap unitnya dapat ditekan sehingga hasil produksi beton *ready mix* dapat bersaing dipasaran.

1.5 Pembatasan Bahasan

Pembahasan yang dilakukan akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

- a. Material yang ditinjau hanya material semen, pasir dan split sebagai komponen beton.
- b. Penentuan distribusi material diperoleh dari data pemakaian material untuk menghasilkan beton dalam jangka waktu 3 tahun, antara th 1997-1999.
- c. Ketersediaan material yang dibutuhkan diperhitungkan berdasarkan selang waktu antara pemesanan dengan pengiriman material atau material sampai digudang (*lead time*).
- d. Metode optimasi yang digunakan adalah metode optimasi jumlah / Kuantitas Pesanan Ekonomis (*Economic Order Quantity*).
- e. Data yang digunakan dari industri beton jadi (*ready mix*) PT. Jaya Ready mix Yogyakarta.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian dalam tugas akhir ini dilakukan terhadap PT. Jaya Ready Mix Yogyakarta untuk menentukan kuantitas pesanan optimum material, sehingga diperoleh biaya persediaan material yang minimal. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan *Operation Reasearch*.

Pengumpulan data diperoleh melalui informasi dari orang-orang yang berkaitan dengan industri beton jadi, dalam hal ini karyawan PT. Jaya Ready mix Yogyakarta, pengumpulan data ini terdiri dari :

1. Data Primer :

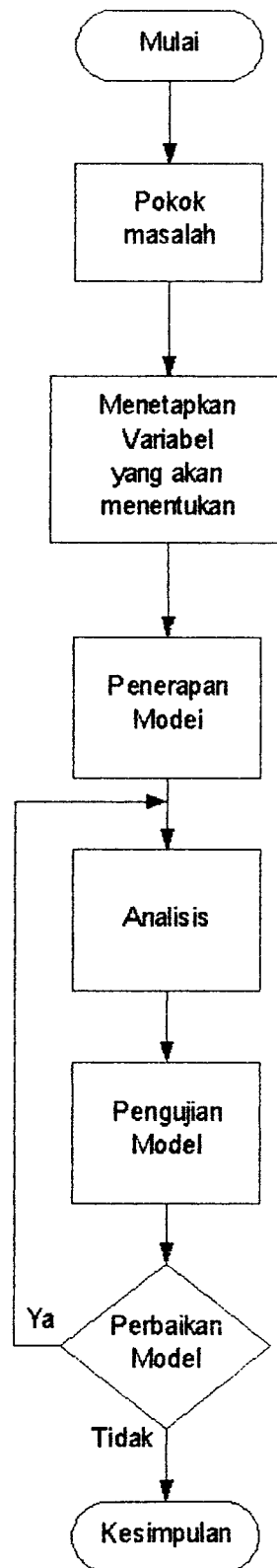
- a. Observasi yaitu pengamatan langsung kelapangan pada proyek yang diamati.

b. Wawancara yaitu dengan cara tanya jawab secara langsung dilapangan

2. Data sekunder :

- a. Kapasitas gudang yang tersedia.
- b. Data mengenai pemakaian material selama tiga tahun, th 1997-1999.
- c. Waktu pemesanan sampai material tiba dilokasi (*lead time*).
- d. Harga material.
- e. Jenis material.

Data dianalisis dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity (EOQ)* untuk menentukan ; titik pemesanan kembali (*reorder point*), cadangan penyangga (*buffer stock*), siklus pemesanan dalam waktu yang direncanakan, dan jumlah pesanan optimum.



Gambar 1.1 Flow Chart Jalanya Penelitian

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Teory Tentang Beton Ready Mix

Beton *ready mix* adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan, dengan perbandingan tertentu sesuai dengan kualitas dan volume beton yang akan dihasilkan yang di campur dalam keadaan basah (segar) dan siap untuk dipakai.

2.1.1 Spesifikasi dari Beton Ready Mix

Untuk dapat dicampur, beton harus mengikuti beberapa perbandingan, sesuai dengan klas beton :

1. Beton klas A,

Mengandung kurang lebih 1 cwt (timbangan berat berdasarkan ratusan, 100 pon) semen, 2 ft^3 (setara $5,66 \times 10^{-2} \text{ m}^3$) dan 4 ft^3 agregat ukuran $\frac{3}{4}$ inch (setara $1,13 \times 10^1 \text{ m}^3$) dengan perbandingan 1 : 1.6 : 3,2 (perbandingan volume).

2. Beton klas B,

Mengandung kurang lebih 1cwt (timbangan berat berdasarkan ratusan, 100 pon)semen, $10,5 \text{ ft}^3$ (setara $7,08 \times 10^{-2} \text{ m}^3$) dan 5 ft^3 agregat ukuran $\frac{3}{4}$ inch (setara $1,42 \times 10^{-1} \text{ m}^3$) dengan perbandingan 1 : 2 : 4 (dengan perbandingan volume).

3. Beton klas C,

Mengandung kurang lebih 1 cwt (timbangan berat berdasarkan ratusan, 100 pon) semen, 5 ft³ pasir (setara $1,42 \times 10^{-1} \text{ m}^3$) dan 10 ft³ agregat ukuran 5,5 inch (setara $2,83 \times 10^{-1} \text{ m}^3$) dengan perbandingan 1 : 4 : 8 (menurut perbandingan volume).

W/C ratio = 0,53 untuk klas A dan W/C ratio = 0,58 untuk klas B dan C. Mengenai ketahanan terhadap kehancuran minimum dari klas-klas beton tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kuat tekan beton minimum pada umur 7 hari dan 28 hari masing-masing setelah pencampuran

| Klas | Setelah 7 hari 1 lb per square in ² | | Setelah 28 hari 1 lb per square in ² | |
|--------|---|-----------------|--|-----------------|
| | Tes laboratorium | Tes Lapangan | Tes laboratorium | Tes lapangan |
| Klas A | 2480 | 2500 | 4375 | 3300 |
| Klas B | 2275 | 2000 | 3500 | 3000 |
| Klas C | - | 950 | - | 1400 |

Sumber : Advances in Ready Mix Concrete Teknologi

Spesifikasi tambahan :

- Harus ada sertifikat test dari semen yang dikirim sebelum digunakan.
- Pasir yang digunakan harus bersih.
- Tidak ada beton yang mempunyai slump lebih dari 7,5 cm.
- Tidak ada panas (secara alami) dan kubus.

Campuran beton dalam perbandingan 1 : 2 : 4 mempunyai kekuatan tekan minimum pada umur 28 hari tidak kurang dari 3000 lbs per square inch atau setara

$1,07 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, dan beton dengan perbandingan 1 : 11 : 3 mempunyai kekuatan tekan minimum pada umur 28 hari tidak kurang dari 3750 lbs per square inch atau sekitar $2,59 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Untuk lebih jelas mengenai campuran beton diatas dapat dilihat pada tabel 2.2 dan 2.3

Tabel 2.2 Proporsi Campuran beton

| No | Campuran Beton | m ³ dari agregat per 50 kg semen | | Ukuran agregat maks | Nilai slump maks (mm) | Daya tahan terhadap kehancuran N/mm ² | | | | |
|----|----------------|---|-----------|---------------------|-----------------------|--|-------------------|-------|---------------|-------|
| | | Agg Halus | Agg Kasar | | | Bila digetarkan dikurangi 50% | Test Laboratorium | | Test Lapangan | |
| | | | | | | | 7 hr | 28 hr | 7 hr | 28 hr |
| A | 1:2:3 | 0,035 | 0,07 | 19 mm | 100 mm | 26,7 | 40 | 20 | 30 | |
| B | 1:1,5:3 | 0,05 | 0,10 | 19 mm | 100 mm | 22,7 | 34 | 17 | 25,5 | |
| C | 1:2:4 | 0,07 | 0,14 | 19 mm | 100 mm | 18,9 | 28 | 14 | 21 | |
| D | 1:3:6 | 0,10 | 0,20 | 38 mm | | | | | | |
| E | 1:10 | 0,35 | - | 19 mm | | | | | | |
| F | 1:12 | 0,50 | - | - | | | | | | |

Sumber : Advances in Ready Mix Concrete Teknologi

Tabel 2.3 Perbandingan agregat kering dari 50 kg semen

| Campuran Nominal | Campuran standart N/mm ² | Berat agregat halus Kg | Berat agregat kasar Kg | Ukuran Nominal maks |
|------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| 1:1:2 | 30 | 65 | 110 | 19 mm |
| 1:1.5:3 | 25,5 | 80 | 135 | 19 mm |
| 1:2:4 | 21 | 90 | 155 | 19 mm |

Sumber : Advances in Ready Mix Concrete Teknologi

2.1.2. Campuran Semen dengan menggunakan semen portland biasa

Tabel 2.4 Campuran Beton dengan menggunakan semen portland

| Campuran | Ukuran agregat kasar | m ³ agregat kering dari 50 kg semen | | Kekuatan kubus minimum (N/mm ²) | |
|--|----------------------|--|-------|---|---------|
| | | Halus | Kasar | 7 hari | 28 hari |
| BETON BIASA DAN BETON PRATEGANG | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1:11/2:3 | 19 mm | 0,05 | 0,10 | 17,22 | 25,75 |
| 1:2:4 | 12 mm | 0,07 | 0,14 | 13,78 | 20,6 |
| 1:2:4 | 19 mm | 0,07 | 0,14 | 13,78 | 20,6 |
| 1:3:6 | 38 mm | 0,07 | 0,14 | 13,78 | 20,6 |
| 1:8 | 38 mm | 0,28 | 0,28 | 5,5 | 7,6 |

Sumber : Advances in Ready Mix Concrete Technologi

Campuran beton biasa dan beton prategang menggunakan semen portland dapat dilihat pada tabel 2.4. Faktor air semen untuk beton dengan perbandingan campuran 1 : 2 : 4 maksimum 0,6. Sedangkan faktor air semen untuk beton dengan perbandingan campuran 1 : 5.5 : 3 maksimum 0,5.

Sedangkan nilai *slump* tergantung pada fas (faktor air semen) pada pengerjaannya, mengikuti beberapa batasan :

- a. Untuk *footing*, konstruksi beton diperkuat dengan getaran, mempunyai nilai *slump* antara 25 mm sampai dengan 75 mm.
- b. Untuk beton bertulang yang pengerjaannya dipakai alat penggetar, mempunyai nilai *slump* antara 75 mm sampai dengan 100 m.

- c. Untuk beton bertulang yang pengerjaannya tidak dipakai alat penggetar, mempunyai nilai slump antara 100 mm sampai dengan 150 mm.

2.1.3. Adukan Beton

Berbagai perbandingan volume yang digunakan dalam adukan beton dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Campuran Adukan Beton dengan 50,8 kg Semen

| campuran biasa (perbandingan volume) | 50,80 kg semen | Agregat Per 50,85 kg semen | | Ukuran agregat kasar |
|--|-------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------|
| | | Halus | Kasar | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 : 3 : 6 | 50,8 Kg | 0,11 m ³ | 0,21 m ³ | 38 - 5 mm |
| 1 : 2 : 4 | 50,8 Kg | 0,07 m ³ | 0,14 m ³ | 19 - 5 mm |

Sumber : Advances in Ready Mix Concrete Teknologi

Tabel 2.5 di atas menggambarkan perbandingan adukan beton untuk 50,8 kg semen pada campuran biasa. Beton yang dicampur sesuai proporsi / perbandingan diatas, diukur dengan ukuran volume. Pasir dan agregat juga merupakan bagian yang perlu diukur secara cermat, seperti dimensinya.

Perbandingan yang diberikan diatas hanya untuk agregat kering, bila agregat basah digunakan, maka dipakai tempat yang luas/besar.

2.2. Perencanaan Produksi

Pada industri beton *ready mix*, perencanaan proses produksi memegang peranan penting untuk dapat mencapai tujuan perusahaan. Perencanaan produksi ini merupakan acuan untuk kegiatan yang harus dilakukan pada proses industri. Dengan adanya perencanaan yang baik maka seluruh kegiatan dalam proses industri dapat

dianalisa dan hal-hal yang dapat menghambat ataupun menunjang lancarnya produksi dapat diperkirakan dan dikontrol.

2.2.1. Hal-hal yang mempengaruhi Perencanaan Produksi

Adapun hal-hal yang mempengaruhi perencanaan produksi pada industri beton *ready mix* adalah :

a. Volume produksi

Keputusan dalam perencanaan produksi banyak didasarkan pada berapa banyak volume produksi yang akan dihasilkan, dan selama berapa periode waktu jumlah tersebut akan diproduksi. Dasar penentuan volume dan laju produksi ini adalah ramalan penjualan untuk jangka panjang dan jangka pendek, tetapi juga harus merancang proses sehingga dapat diubah atau mengisi pemenuhan kebutuhan di masa yang akan datang dengan mudah, baik volume maupun laju produksi.

b. Kapasitas produksi

Volume yang akan dihasilkan untuk memenuhi permintaan pasar, perlu pertimbangan mengenai kapasitas produksi perusahaan. Hal ini sehubungan dengan terbatasnya kemampuan sumber daya yang ada. Dengan pertimbangan kapasitas produksi maka perusahaan akan selalu melihat kemampuan produksinya sebelum menerima atau meluaskan pasarnya. Dengan demikian maka tidak ada pemesanan yang dirugikan akibat pelayanan yang kurang memuaskan.

c. Jarak Lokasi Proyek

Jarak yang jauh untuk pengangkutan beton, memerlukan waktu yang lama. Proses pengikatan suatu beton merupakan fungsi dari waktu. Oleh karena itu perlu

dipertimbangkan mengenai campuran yang akan digunakan, alternatif route pengangkutan dan lain-lain untuk mengatasi kendala tersebut.

d. Ketersediaan Sumber Material

Ketersediaan sumber material menjadi salah satu kendala dalam perencanaan produksi. Bahan baku yang tidak memenuhi syarat secara kualitas untuk mencapai kekuatan beton serta kelangkaan suatu jenis material perlu dipertimbangkan bagaimana jalan keluarnya.

e. Metode Produksi

Metode produksi akan menentukan urutan-urutan pekerjaan dari proses produksi. Alat-alat serta sumber daya lainnya ditentukan oleh metode yang dipakai. Keberhasilan suatu proses sangat tergantung pada seberapa jauh metode yang dipakai sesuai dengan seharusnya.

2.2.2. Perencanaan Bahan Baku

Bahan baku dari industri beton terdiri dari agregat, semen, air dan bahan penambah. Kualitas material direncanakan tergantung pada kekuatan yang diminta serta sifat-sifat yang diinginkan. Perencanaannya meliputi penentuan prosedur pemeliharaan untuk menjaga kualitas bahan dan penentuan jenis pengujian bahan.

Sedangkan kuantitas material direncanakan berdasarkan pada volume produksi yang akan dilaksanakan meliputi penentuan stock material, siklus pemesanan dan besarnya jumlah pemesanan.

2.2.3. Perencanaan Peralatan

Perencanaan yang dilakukan adalah untuk penentuan jenis peralatan yang akan dipakai, prosedur pengoperasian, banyaknya peralatan yang akan digunakan dan

pemeliharaan peralatan. Penentuan jenis peralatan tergantung pada proyek yang ditangani serta metoda produksi yang digunakan, meliputi :

a Peralatan penakar (*batcher equipment*)

Peralatan ini berfungsi untuk menampung dan mengukur material beton sebelum dituang kedalam *mixer*.

b Peralatan pencampur beton (*concrete mixer equipmet*)

Peralatan ini terdiri dari silinder yang dapat berputar terhadap porosnya dan didalam silinder ini terdapat sejumlah dayung (*paddle*) yang akan mengaduk campuran beton bila silinder ini berputar. Peralatan pencampur ini dapat berupa peralatan yang bersatu dengan *batcher* yang dikenal dengan *sentral-mix*, truk *mixer*, atau yang dapat dioperasikan dilokasi proyek.

c Peralatan pengangkutan beton,

Terdiri dari beberapa jenis alat pengangkut, yaitu *concrete dump truck*, *concrete pump*, *truck agitator*.

d *Loader*.

Digunakan untuk pemuatan material pada *bactcher*, pemindahan material dalam hal ini mengatur penempatan material.

Prosedur pengoperasian dimaksudkan untuk menuntun pengoperasian dan pemeliharaan yang berdasarkan rekomendasi dari pembuatnya dan kondisi lingkungan dimana peralatan dioperasikan. Dengan adanya kerusakan peralatan, kecelakaan dan keterlambatan program pelaksanaan dapat dihindari.

2.2.4. Perencanaan Sumber Daya Manusia

Salah satu sumber perusahaan yang paling penting adalah sumber daya manusia, meliputi :

a. Operator.

Operator yang diperlukan adalah untuk mengoperasikan seluruh sistem peralatan yang digunakan dalam industri, bertanggung jawab untuk menjalankan peralatan agar bekerja dan memproduksi sesuai dengan yang diinginkan.

b. Pengawas lapangan

Merupakan orang yang bertugas mengontrol semua prosedur pekerjaan yang dilaksanakan, terdiri dari pengawas di *bacching plant* dan dilokasi proyek.

c. Tenaga administrasi.

2.3. Proses Produksi

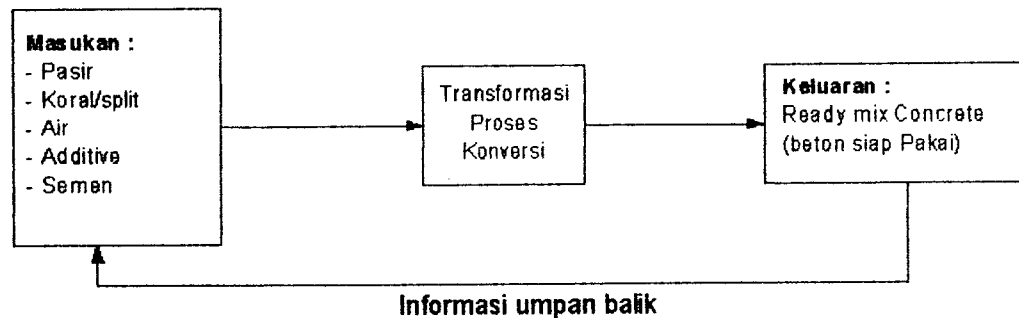
Proses produksi merupakan aktifitas lanjutan dari perencanaan yang akan mewujudkan tujuan dari perusahaan. Proses produksi dalam industri beton *ready mix* ini mengikuti metode dan alur tertentu sesuai dengan jenis dan sistem tertentu yang dianut oleh perusahaan. Pertimbangan pengambilan sistem dan metoda-metoda yang diterapkan mengacu pada kelayakan usaha serta pengalaman dalam menangani industri beton *ready mix*.

2.3.1. Sistem Produksi

Yang dimaksud dengan sistem adalah merupakan suatu rangkaian unsur-unsur yang saling terkait dan tergantung serta saling pengaruh mempengaruhi satu dengan lainnya yang keseluruhan merupakan satu kesatuan bagi pelaksanaan kegiatan. Sedangkan produksi adalah secara umum diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang mentransformasikan masukan (*input*) menjadi hasil keluaran (*output*). Jadi sistem produksi adalah suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda-

beda secara terpadu, menyatu dan menyeluruh dalam mentransformasikan masukan menjadi keluaran.

Secara umum sistem produksi industri beton *ready mix* dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Sistem Produksi Industri Beton *ready mix*

2.3.2. Siklus Produksi

Siklus produksi dari industri beton *ready mix* sangat sederhana, sesuai dengan sistem yang digunakan. Dimulai dari persiapan bahan baku (pasir, kerikil, semen, air, bahan penambah serta persiapan peralatan yang akan dipakai). Kemudian dilakukan penakaran (penimbangan) untuk masing-masing jenis material sesuai desain yang direncanakan. Setelah itu material tersebut dicampur pada *mixer* (*truck mixer*) dengan pencampuran mengikuti aturan yang ditentukan. Pengadukan selesai apabila pengontrolan adukan secara visual menyatakan baik, dan selanjutnya beton yang sudah jadi diangkut kelokasi pemesanan.

2.3.3. Persiapan Material

A. Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan campuran beton pada umumnya menggunakan semen portland. Semen portland merupakan salah satu semen *hidrolik*, yaitu suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta

menghasilkan produk yang tahan air. Contoh lain semen putih dan semen alumina. Sifat-sifat teknis dari semen portland tergantung pada : susunan kimianya, kadar gips dan kehalusan butirannya. Hal yang harus diperhatikan dari semen portland adalah pengikatannya dan pengerasanya. Ada 5 type semen portland yaitu type I, II, III, IV, V, sesuai dengan klasifikasi yang ditentukan oleh ASTM. Kelima type tersebut tergantung pada penggunaanya, karakteristik dan prosentase dari bahan-bahan kimianya.

B. Agregat

Agregat adalah butiran material alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Jenis agregat ini terdiri dari agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Penggunaan agregat dalam beton memiliki porsi terbesar yaitu sebesar 60% - 80% dari volume totalnya. Oleh karena itu gradasi diupayakan saling mengisi menjadi satu kesatuan massa yang utuh, homogen dan kompak, yaitu agregat berdiameter kecil mengisi ruang kosong diantara agregat besar. Disamping itu harga agregat dipasaran relatif lebih murah. Maka penggunaan agregat yang banyak pada campuran beton akan sangat menguntungkan, sehingga beton yang dihasilkan akan ekonomis.

C. Air

Fungsi air dalam campuran beton adalah untuk terjadinya hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran menjadi keras setelah lewat beberapa waktu. Penambahan air yang lebih pada pencampuran bertujuan ekonomis, yaitu dengan banyaknya air maka penggunaan agregat akan lebih banyak pula tetapi penambahan jumlah air akan dapat mengurangi kekuatan beton setelah mengeras.

D. Bahan Tambahan (*Additive*)

Bahan tambahan ini digunakan bila diperlukan. Bahan tambahan adalah suatu bahan berupa serbuk atau cairan yang ditambahkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu dengan tujuan untuk mengubah beberapa sifatnya.

2.3.4 Persiapan Peralatan

a. *Batcher*

Metoda yang digunakan dalam pembuatan beton ini adalah menggunakan penakaran berat. Keakuratan penimbangan bahan campuran akan sangat menentukan keberhasilan kualitas beton yang diproduksi.

b. *Mixer*

Mixer yang akan dipakai dibersihkan dari kotoran-kotoran maupun sisa-sisa pengadukan beton sebelumnya, juga diperiksa berfungsinya alat tersebut.

c. Truk Pengangkut

Truk dalam hal ini berfungsi sebagai pengangkut dan *agitator* harus dalam kondisi baik, sehingga tidak dimungkinkan kendaraan rusak diperjalanan.

2.3.5. Penakaran Material (*Batching*)

Untuk pembuatan beton berkualitas sedang dan tinggi, di dalam PB 1989 4.2.4 mensyaratkan bahwa proporsi campuran beton harus dilakukan dengan penakaran berat (*weight batching*). Ada dua cara penakaran dilakukan, tergantung dari peralatan yang digunakan yaitu :

a. *Single material batcher*

Single material batcher merupakan *batcher* yang paling sederhana. Untuk mengisi *batcher* dengan jumlah yang sesuai, operator membuka *gate* yang

terdapat dibagian bawah *batcher* dengan bukaan yang sesuai. Jika *gate* ini dioperasikan secara manual maka operator harus memperhatikan skala bukaan dengan hati-hati, untuk menghindari terlalu banyaknya material yang diambil dalam *batcher*. Keuntungan dari penggunaan *batcher* ini adalah masing-masing material diukur dan ditimbang sendiri.

b. *Multiple* atau *Cummulative batcher*

Pada *mutiple batcher*, sejumlah agregat material beton yang berbeda yang terlebih dahulu ditimbang, dimasukan dibagian atas. Semen dan air yang diukur terpisah juga dimasukan. Pengukuran air dilakukan dalam volume. Agregat pertama ditimbang, kemudian agregat kedua, sehingga berat sekarang adalah berat pertama dan kedua. Dan seterusnya sehingga proporsi beton untuk campuran terpenuhi.

2.3.6. Pengadukan Beton

Pengadukan beton dilakukan dalam *mixer* yang sekaligus sebagai pengangkut *agitator*. Kapasitas pengadukan ini maksimum adalah 5 m³ beton untuk tiap *mixer*. Bahan baku yang telah ditimbang dalam *batching* dicampur dengan cara sebagai berikut:

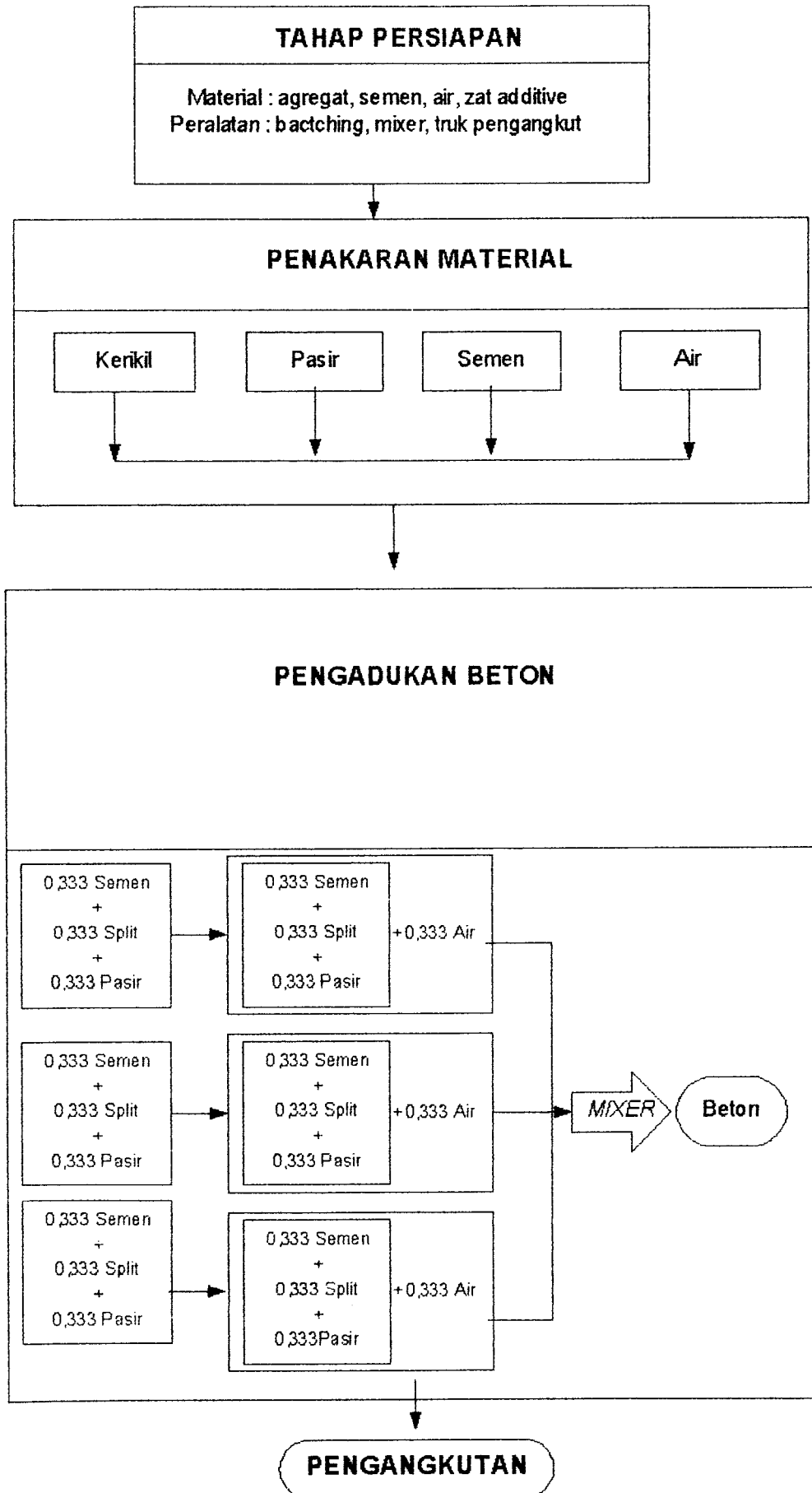
Agregat diangkut melalui *belt conveyer* masuk kedalam *mixer* bersamaan dengan semen dengan proporsi sepertiga dari jumlah material yang direncanakan, setelah itu air dimasukan dengan volume sepertiga desain yang telah ditetapkan. Setelah sepertiga campuran pertama matang kemudian dilanjutkan dengan sepertiga campuran yang kedua dan sepertiga campuran ketiga sampai mencapai volume yang

ditentukan. Selama proses pemasukan bahan baku, *mixer* harus tetap bekerja hingga pengawas pengadukan menyatakan campuran telah siap untuk diangkut.

2.3.7. Pengangkutan

Pengangkutan beton dari *batching plant* ke lokasi proyek harus memperhatikan sifat-sifat beton segar. Dalam hal ini pengangkutan beton dibatasi oleh beberapa faktor yang mempengaruhi produksi beton. Faktor tersebut adalah keterlambatan pengangkutan, mengeringnya beton, segregasi, pemadatan.

Pengangkutan beton dilakukan dengan menggunakan truk jenis *agitator*. Truk ini berfungsi untuk mengurangi terjadinya segregasi, adanya pemadatan beton, menjaga keseragaman beton saat dituangkan pada pengecoran. Semua yang tersebut diatas dimulai dari tahap persiapan material serta peralatannya hingga pengangkutan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2
Siklus Produksi pada Industri Beton Ready Mix

2.4. Teori Persediaan

2.4.1. Manajemen Persediaan

Pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi, hubungan pekerjaan satu dengan yang lain saling terkait dan tergantung. Proses yang simultan itu harus diusahakan terus menerus tanpa hambatan, bila satu kegiatan terhambat akibat kekurangan material (*under stock material*), mungkin seluruh sistem akan terhenti. Kerugian yang diderita proyek adalah waktu penyelesaian tidak tepat sehingga pembayaran tenaga akan bertambah, biaya untuk operasi dan sewa alat akan bertambah dan lain-lain. Akumulasi biaya seluruh kerugian akan besar. Tetapi untuk menghindari kekurangan material (*stock out*), biasanya material ditimbun sebanyak mungkin (*over stock material*), namun ini akan terkendala oleh kapasitas gudang yang tersedia dan pemborosan karena investasi atau dana yang menganggur (*idle resources*). Masalahnya adalah bagaimana menentukan jumlah dan waktu yang tepat untuk memesan material sehingga proyek tidak kekurangan material dan tidak menimbun material.

Untuk mempertahankan tingkat persediaan yang optimum, maka diperlukan jawaban dua pertanyaan mendasar yaitu: jumlah barang yang harus dipesan dan waktu pemesanan kembali.

Ada dua jenis kondisi ekstrim yang dapat terjadi pada masalah persediaan barang atau material yaitu :

- a. *Over stocking*, yaitu kondisi dimana jumlah barang yang disimpan terdapat dalam jumlah yang besar untuk memenuhi permintaan dalam jangka waktu yang lama. Penyelesaian dengan kondisi ini mempunyai karakteristik bahwa pembelian dilakukan dalam jumlah yang besar dengan frekwensi yang jarang.

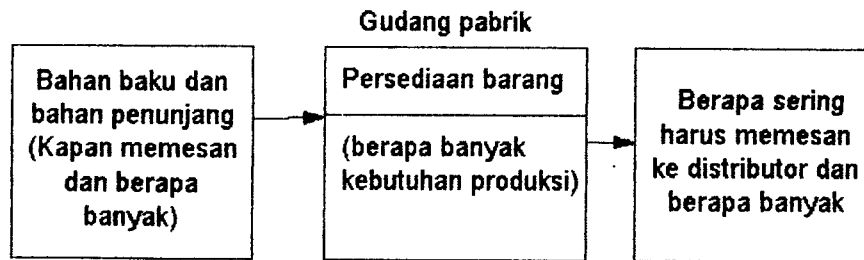
Hal ini mengakibatkan biaya penyimpanan (*holding cost*) menjadi besar, tetapi resiko kekurangan material menjadi kecil.

- b. *Under stocking*, yaitu suatu kondisi dimana persediaan dalam jumlah sedikit/terbatas untuk memenuhi kebutuhan dalam jangka waktu yang pendek. Karakteristik dalam kondisi semacam ini adalah pembelian barang dalam jumlah kecil dan frekwensi yang sering, biaya penyimpanan pada kondisi ini menjadi kecil.

Penyelesaian dengan dua kondisi ekstrim di atas memerlukan biaya yang lebih besar. Karena itu manajemen persediaan perlu dilakukan untuk menganalisa serta mendapatkan tingkat persediaan yang optimum sehingga dapat menekan biaya seminimum mungkin tanpa harus menyimpan persediaan barang yang berlimpah.

Pengendalian dan pemeliharaan sediaan barang-barang fisik merupakan masalah yang lazim di semua perusahaan. Ada beberapa alasan untuk menyimpan sediaan. Ini meliputi proteksi terhadap perubahan permintaan, menjaga arus produksi yang merata (*smooth*) dengan menyediakan fungsi pemutus antara tahap-tahap dalam produksi, dan menekan biaya bahan total dengan memanfaatkan diskon kuantitas. Selain itu sediaan dapat membantu dalam meningkatkan laju produksi dan menurunkan biaya produksi, jika melalui pemanfaatan yang cermat

Sistem manajemen sediaan dapat memberikan penghematan besar bagi perusahaan. Penghematan ini terwujud dalam berbagai bentuk, bergantung pada situasi perusahaan. Beberapa sumber penghematan demikian adalah biaya-biaya pembelian yang lebih rendah, biaya bunga yang lebih rendah atau meningkatnya ketersediaan dana internal, biaya operasi yang lebih rendah, biaya produksi per unit yang lebih rendah, penyerahan produksi yang lebih andal, dan layanan pelanggan yang lebih baik.



Gambar 2.3 Titik-titik Sediaan

2.4.2. Pengawasan Persediaan

Setiap gerak atau pengaturan yang ada di industri harus mempunyai tujuan agar industri dapat berhasil dengan baik. Pengawasan persediaan dijalankan untuk memelihara terdapatnya keseimbangan antara kerugian dan penghematan dalam suatu persediaan barang di gudang, dan adanya biaya atau modal. Oleh karena itu menurut (Agus Ahyary, 1986, Pengendalian Produksi) pengawasan persediaan mempunyai tujuan antara lain :

- a. Menjaga pembelian kecil kecilan perlu dihindari, yang mengakibatkan ongkos pesan menjadi besar.
- b. Menjaga agar tidak kehabisan persediaan, sehingga dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- c. Menjaga supaya penyimpanan dalam gudang tidak dilakukan secara besar-besaran, yang dapat mengakibatkan biaya menjadi tinggi.

Dari keterangan diatas dapatlah dinyatakan bahwa tujuan pengawasan persediaan untuk memperoleh kualitas dan jumlah yang tepat dari bahan-bahan/barang-barang yang tersedia pada waktu yang dibutuhkan dengan biaya-biaya yang minimum untuk keuntungan atau kepentingan perusahaan.

Dengan kata lain pengawasan, bertujuan untuk menjamin terdapatnya persediaan pada tingkat yang optimal agar produksi dapat berjalan dengan lancar

dengan biaya persediaan yang minimal. Jadi dalam rangka mencapai tujuan tersebut diatas, pengawasan persediaan mengadakan perencanaan bahan-bahan apa yang dibutuhkan baik dalam jumlah maupun kualitasnya.

Pengaturan persediaan bahan baku agar dapat menjamin kelancaran proses produksi secara efektif perlu ditetapkan kebijaksanaan-kebijaksanaan yang berkenaan dengan persediaan. Pemesanan barang harus ditentukan berapa jumlah yang di pesan agar pemesanan ekonomis, dan kapan pemesanan dilakukan. Perlu juga ditentukan berapa besarnya persediaan penyelamat (*buffer stock*) yang merupakan persediaan minimum.

Pemesanan bahan baku yang dibutuhkan dapat dilakukan dengan dua macam cara (Agus Ahyary, 1986, Pengendalian Produksi) yaitu :

a. Pemesanan pada saat persediaan mencapai titik tertentu.

Adalah suatu sistem atau cara pemesanan bahan baku, yang dilakukan apabila persediaan telah mencapai suatu titik tertentu. Jika bahan-bahan terus diproses, maka jumlah persediaan semakin menurun sampai titik batas, tertentu, dan harus dipesan kembali, model semacam ini biasanya jumlah bahan yang dipesan selalu sama.

b. Pemesanan dilakukan pada saat waktu tertentu, waktu yang ditetapkan dicapai.

Adalah suatu sistem atau cara pemesanan bahan dimana jarak waktu atau interval waktu pemesanan tetap. Jadi cara ini ditentukan waktu pemesanan dengan jarak yang tetap. Cara ini dapat digunakan untuk mengawasi persediaan barang-barang yang banyak jenisnya serta tinggi nilainya.

2.4.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi persediaan bahan baku

Di dalam penyelenggaraan persediaan bahan baku untuk kepentingan pelaksanaan proses produksi dari suatu industri, maka akan terdapat beberapa macam faktor yang akan mempunyai pengaruh terhadap persediaan bahan baku tersebut akan terdiri dari beberapa macam dan akan saling berkaitan antara satu faktor dengan faktor yang lain. Namun demikian secara bersama-sama faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi jumlah persediaan bahan baku yang ada dalam suatu industri.

Adapun berbagai macam faktor yang mempengaruhi persediaan bahan baku tersebut adalah :

a. Perkiraan pemakaian bahan baku

Berapa banyak jumlah bahan baku yang dipergunakan untuk kepentingan proses produksi dalam satu periode, akan dapat diperkirakan oleh manajemen perusahaan dengan mendasarkan diri pada perencanaan produksi maupun skedul produksi yang telah disusun dalam suatu industri.

b. Harga bahan baku

Semakin tinggi harga bahan baku yang dipergunakan, maka untuk mencapai sejumlah persediaan akan di perlukan dana yang semakin besar pula. Dengan demikian maka biaya dari modal yang tertanam di dalam persediaan bahan baku tersebut akan menjadi tinggi.

c. Biaya-biaya persediaan

Di dalam hubungannya dengan biaya-biaya persediaan ini, maka dikenal tiga macam biaya persediaan, yaitu biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan biaya tetap persediaan. Biaya tetap persediaan adalah biaya yang jumlahnya tidak

terpengaruh bahan baku yang disimpan maupun frekwensi pemesanan bahan baku yang dilakukan.

d. Kebijakan pembelanjaan.

e. Pemakaian bahan.

Pemakaian bahan baku dengan mempergunakan metode peramalan yang sesuai dengan keadaan perusahaan akan dapat membantu penyelenggaraan persediaan bahan baku dalam perusahaan.

f. Waktu tunggu

Yang dimaksud dengan waktu tunggu (*lead time*) adalah waktu tenggang yang diperlukan (yang terjadi) antara saat pemesanan bahan baku tersebut dilaksanakan sampai dengan datangnya bahan baku yang dipesan tersebut.

g. Model pembelian bahan

Model pembelian bahan yang dipergunakan akan sangat menentukan besar kecilnya bahan baku yang diselenggarakan di dalam suatu industri. Sampai dengan saat ini model yang sering dipergunakan dalam perusahaan yaitu model pembelian dengan kuantitas pembelian yang optimal (*Economic Order Quantity*).

h. Persediaan pengaman

Pada umumnya untuk menanggulangi adanya keadaan kehabisan bahan baku dalam perusahaan yang bersangkutan akan mengadakan persediaan pengaman (*safety stock*). Persediaan pengaman ini akan dipergunakan apabila terjadi kekurangan bahan baku, atau keterlambatan datangnya bahan baku yang dibeli.

i. Pembelian kembali

Pembelian kembali yang dilaksanakan ini akan dapat mendatangkan bahan baku ke dalam gudang bahan baku dalam waktu yang tepat, sehingga tidak terjadi

kekurangan bahan baku karena keterlambatan kedatangan bahan baku tersebut, atau sebaliknya yaitu kelebihan bahan baku dalam gudang karena bahan baku yang dipesan tersebut datang terlalu awal.

2.4.4. Fungsi persediaan

a Fungsi *Decoupling*

Fungsi penting persediaan adalah memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan. Persediaan *decouples* ini memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan pelanggan tanpa tergantung pada supplier.

b. Fungsi *Economic Lot Sizing*

Melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi dan membeli sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya-biaya per-unit.

c Fungsi Antisipasi

Seiring dengan perusahaan menghadapi fluktuasi permintaan dapat diperkirakan dan diramalkan berdasar pengalaman atau data-data masa lalu, yaitu permintaan musiman. Dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman.

2.4.5. Komponen Permodelan

Biaya inventarisasi sebagian merupakan variabel dan sebagian lainnya merupakan biaya tetap. Biaya inventarisasi yang bersifat variabel adalah biaya yang berubah-ubah karena adanya perubahan jumlah persediaan yang ada didalam gudang. Biaya tersebut akan naik kalau kita meningkatkan jumlah persediaan yang disimpan dan berkurang apabila kita mengurangi jumlah persediaan yang disimpan. Sedangkan biaya inventarisasi yang bersifat tetap adalah elemen biaya inventarisasi

yang relatif tetap jumlah totalitasnya dalam jangka pendek dengan tidak memandang adanya variasi yang normal dalam jumlah persediaan yang normal dan jumlah persediaan yang disimpan.

Kualitas pesanan dan titik pesanan ulang ditentukan dengan meminimalkan biaya total penyediaan stock (biaya total inventarisasi). Biaya total inventarisasi adalah fungsi dari komponen-komponen biaya berikut :

$$\left[\begin{array}{l} \text{Total} \\ \text{Biaya} \\ \text{Inventarisasi} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Biaya} \\ \text{Pembelian} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Biaya} \\ \text{Pemesanan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Biaya} \\ \text{Penyimpanan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Biaya} \\ \text{Akibat} \\ \text{Kekurangan} \end{array} \right]$$

a Biaya pembelian (*purchasing cost*)

Adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian material. Harga ini semakin murah bila material yang dibeli semakin banyak, karena ada potongan harga, sehingga cenderung untuk membeli barang yang banyak dengan frekuensi yang kecil.

b Biaya pemesanan (*setup cost*)

Adalah biaya yang dikeluarkan bila pemesanan barang dilakukan. Semakin sering melakukan pesanan ulang dalam jumlah kecil, maka biaya yang dikeluarkan untuk pemesanan semakin besar.

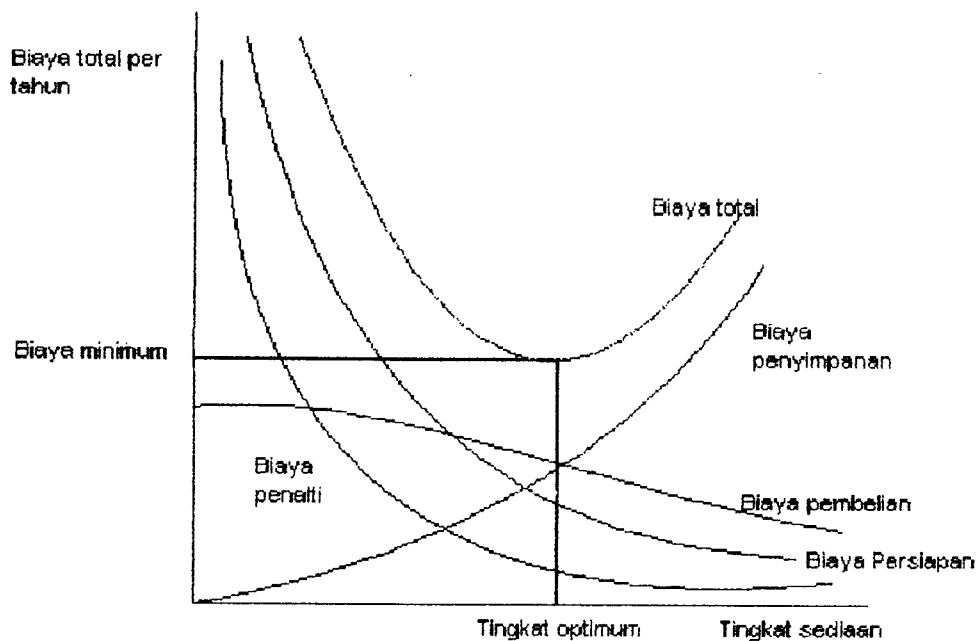
c Biaya penyimpanan (*holding cost*)

Adalah biaya yang harus dikeluarkan akibat penyimpanan barang, biaya ini sangat berpengaruh pada bunga dari modal yang diinvestasikan untuk pengadaan material.

d Biaya kekurangan (*shortage cost*)

Adalah biaya dikeluarkan akibat habisnya barang persediaan pada saat barang tersebut diperlukan. Biaya ini mencakup kerugian akibat keterlambatan kerja, tertundanya produksi dan kehilangan konsumen.

Hubungan dari komponen biaya diatas dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.4 Grafik Fungsi Tingkat sediaan
(dikutip dari "Riset Operasi" Taha, Hamdi)

2.4.6. Hal-hal yang mempengaruhi permodelan

Hal-hal lain yang mempengaruhi permodelan masalah persediaan adalah:

a. Pengisian kembali persediaan (*Stock replenishment*)

Pengisian suatu barang dapat terjadi segera setelah dilakukan pemesanan atau pengisian stok dilakukan pada waktu yang tetap atau seragam karena terikat suatu kontrak.

b. Horison waktu

Yaitu periode perencanaan tingkat persediaan. Horison waktu ini tergantung dari jangka waktu pemakaian kebutuhan yang sudah dapat diperkirakan.

c. Jumlah dan tipe barang

Menyatakan banyaknya jenis barang yang ditinjau dalam permodelan. Hal ini kadang-kadang berpengaruh pada tersedianya tempat penyimpanan, sehingga kendala terbatasnya tempat dalam permodelan harus diperhitungkan dalam permodelan.

d. *Delivery lag* atau *lead times*

Yaitu waktu antara penerimaan barang dan waktu pemesanan, ini sangat berhubungan dengan tersedianya material dipasaran.

2.4.7. Jenis Model Persediaan

Model persediaan yang tersedia sekarang ini adalah merupakan pengembangan dari model model dasar yang sederhana yang telah dibuktikan kegunaannya pada berbagai masalah persediaan. Sistematis kerja dari model persediaan ini adalah :

- a. Diskusi tentang biaya yang mempengaruhi persediaan
- b. Penentuan jumlah pesanan yang paling ekonomis berdasarkan biaya-biaya tersebut.
- c. Diskusi tentang waktu pemesanan ulang.

Perkembangan dari model ini terutama bila dikaitkan dengan kendala-kendala yang terlibat seperti biaya, kapasitas tempat penyimpanan, waktu antara pemesanan dan tibanya barang, waktu penyimpanan yang diijinkan dan karakteristik kebutuhan barang.

Berdasarkan dari karakteristik kebutuhan material, secara garis besar ada 4 (empat) jenis model persediaan :

a. Jika kebutuhan bersifat pasti (*Deterministic demand*)

- 1) Model inventarisasi *Static*, yaitu tingkat kebutuhan tetap (konstan) dari waktu ke waktu.
- 2) Model inventarisasi *dynamic*, yaitu tingkat kebutuhan bervariasi dari waktu ke waktu.

b. Jika kebutuhan bersifat tidak pasti (*Probabilistic demand*)

- 1) Model Inventarisasi *Probabilistic Stationer*, jika fungsi *probabilistic* kebutuhannya sama dari waktu ke waktu
- 2) Model inventarisasi *Probabilistic non Stationer*, jika fungsi *probabilistic* kebutuhan berubah dari waktu ke waktu

2.4.8. Model Inventarisasi Deterministik

A. Kompleksitas kebutuhan waktu

Kebutuhan akan bersifat kontinyu pada suatu waktu tertentu atau dapat juga terjadi diskrit pada suatu titik waktu tertentu. Sifat kontinyu mewakili kebutuhan yang bervariasi sangat kecil atau mengikuti arus pada setiap waktu, sementara sifat diskrit mewakili kebutuhan yang berubah secara mendadak pada suatu waktu. Kasus yang sering diatasi adalah bila tingkat kebutuhan konstan selama suatu periode waktu, dan hanya berubah dari suatu periode kelainnya Strategi penyelesaian terbaik adalah dengan menggunakan metode *Wilson Lot Size* yaitu jumlah kuantitas pesanan ekonomis (*Economic Order Quantity / EOQ*). Karena metoda analisa *EOQ* mengasumsikan kebutuhan bersifat konstan, sehingga pemesanan atau pengisian stock diadakan dengan jumlah yang sama. Penyelesaian ini dianggap model *inventarisasi deterministik statik*.

pesanan ekonomis (*Economic Order Quantity / EOQ*). Karena metoda analisa EOQ mengasumsikan kebutuhan bersifat konstan, sehingga pemesanan atau pengisian stock diadakan dengan jumlah yang sama. Penyelesaian ini dianggap model *inventarisasi deterministik statik*.

Untuk permodelan sistem *inventory* dengan tingkat kebutuhan bervariasi terhadap waktu (*dinamik*), karena kebutuhan bersifat pasti pada setiap waktu maka sistem peninjauan tingkat persediaan dilakukan secara berkala dengan anggapan tidak pernah terjadi kekurangan material. Bila pemesanan dilakukan dengan kuantitas yang sama seperti model *statik*, maka model dinamik menjadi rumit. Karena itu digunakan informasi kebutuhan selama selang atau perioda terbatas, perpanjangan dari perioda sekarang, dalam menentukan nilai yang layak untuk jumlah atau kuantitas pesanan yang sedang berlangsung. Perioda diatas dikenal sebagai *Planning Horizon* (horizon perencanaan) dan lamanya mempengaruhi biaya total. Peninjauan sistem inventarisasi menjadi secara periodik dengan selama peninjauan sebesar lamanya satu perioda.

B. Pilihan Pendekatan

Secara esensial ada 3 cara pendekatan untuk menyelesaikan kasus deterministik dengan pola kebutuhannya bervariasi terhadap waktu yaitu :

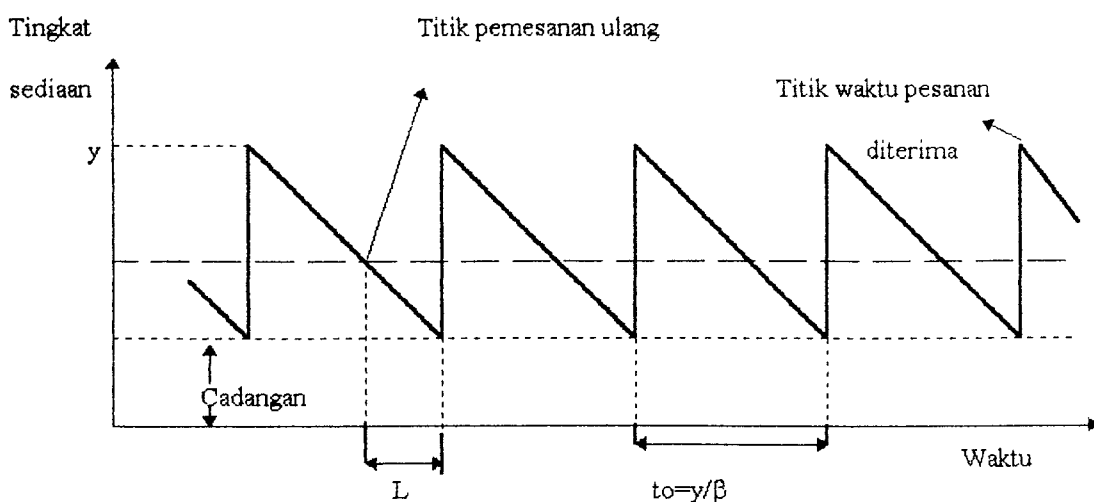
- a. Menggunakan metode optimasi jumlah/kuantitas pesanan ekonomis (EOQ). Pada kasus ini digunakan pendekatan paling sederhana yaitu mengasumsikan tingkat kebutuhan pada suatu horizon waktu adalah nilai rata-ratanya. Yang diharapkan dari asumsi adalah variasi dari pola kebutuhan sangat rendah atau diasumsikan tingkat kebutuhan konstan.
- b. Mempergunakan solusi tepat terbaik dengan model matematika sesuai situasi. Sesuai asumsi yang digunakan pada model matematika, maka tujuan utamanya

c. Mempergunakan suatu *aproksimasi* atau metode *heuristik*. Ide yang dipergunakan berdasarkan pendekatan yang ditangkap dari esensi kompleksitas variasi waktu untuk mempermudah praktisi dalam menyelesaikan model inventaris yang sering memerlukan penyelesaian perhitungan yang panjang.

a. Metode Wilson Lot Size (*Economic Order Quantity*)

Metode ini digunakan bila variasi kebutuhan tiap periode kecil. Dengan menganggap tingkat kebutuhannya pada suatu horizon waktu adalah nilai rata-ratanya.

Bila diasumsikan kebutuhan rata-rata yang terjadi adalah β (per unit waktu) kemudian tingkat persediaan maksimum y dan tingkat inventory mencapai nol y/β satuan waktu setelah order quantity y diterima, maka secara visual masalah inventory dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut :



Gambar 2.5 Grafik variasi dalam tingkat sediaan (dikutip dari "Riset Operasi" Taha, Hamdi)

Dengan melihat gambar diatas perhitungan untuk mendapatkan tingkat persediaan yang optimum dapat dilakukan.

Bila K adalah *setup cost* yang harus dikeluarkan setiap kali dilakukan pemesanan dan h adalah *holding cost* per unit *inventory* per satuan waktu, c adalah *purchasing cost* per satuan waktu dan biaya total per satuan waktu (TCU) sebagai fungsi dari y , maka :

TCU (y) = setup cost / sat waktu + holding cost / sat waktu

$$= \frac{K}{y/\beta} + h(y/2) \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

- $T_0 = y/\beta =$ siklus persediaan
- $y/2 =$ tingkat persediaan rata-rata

Harga optimum dari y dapat dicari dengan meminimumkan TCU (y) terhadap y , dan dengan menganggap y adalah variabel yang kontinyu, maka :

$$\frac{dTCU(y)}{dy} = -\frac{K\beta}{y^2} + \frac{h}{2} = 0 \dots\dots\dots (2.2)$$

Maka :

$$y = \sqrt{\frac{2K\beta}{h}}$$

$t_0^* = y^*/\beta$ memesan y^* unit t_0^* unit waktu

b. Metode Optimasi Dinamik Wagner Whithin

Pada model inventarisasi deterministik dinamik, horizon waktu ditentukan terbatas (*finite*), sehingga penyelesaian dengan program dinamik dapat digunakan.

Didefinisikan untuk suatu perioda i , dengan i berkisar dari i sampai dengan N , dan:

Z_i = jumlah barang yang dipesan untuk perioda i dan harus tersedia pada awal perioda i

D_i = jumlah barang selama perioda i

X_i = persediaan awal pada perioda i

h_i = biaya penyimpanan per unit persediaan dari awal perioda i sampai awal perioda $i+1$

K_i = *setup cost*, biaya pemesanan pada perioda i

$C_i(Z_i)$ = fungsi harga barang, Z_i jumlah pesanan barang

Biaya yang dikeluarkan untuk pembelian barang,,

$$C_i Z_i = \begin{cases} 0 & Z_i = 0 \\ K_i + C_i(Z_i) & Z_i > 0 \end{cases}$$

Fungsi $C_i(Z_i)$ diperhitungkan bila harga per unit barang bervariasi dari satu perioda ke perioda lainnya atau bila diberikan potongan harga.

Karena biaya akibat kekurangan material tidak diperhitungkan (*Shortage cost*), maka penyelesaian model ini adalah menentukan harga Z_i yang optimal dengan meminimumkan biaya akibat *setup*, biaya pembelian dan biaya penyimpanan untuk seluruh perioda N . Untuk biaya penyimpanan diasumsikan sesuai proporsi jumlah barang yang disimpan perioda I sampai $I+1$:

$$X_{i+1} = X_i + Z_i - D_i \dots\dots\dots (2.3)$$

Sehingga penyimpanan untuk perioda I dapat ditulis menjadi $h_i X_{i+1}$.

Asumsi diatas adalah untuk penyederhanaan, pada kenyataannya jumlah barang yang disimpan dihitung seperti diuraikan sebagai berikut :

Tingkat persediaan awal = $X_i + Z_i$

Tingkat persediaan akhir = $X_{i+1} = X_i + Z_i - D_i$

Biaya penyimpanan didasarkan atas tingkat penyimpanan pada perioda i :

$$\frac{(X_i + X_{i+1})}{2} \dots\dots\dots(2.4)$$

Sehingga besarnya persediaan rata-rata pada perioda i menurut perhitungan menjadi:

$$X_{rata-rata} = \frac{Persediaan'awal + Persediaan'akhir}{2}$$

$$X_{rata-rata} = X_{i+1} + D_i / 2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan X_i (rata-rata) dibatasi $0 \leq D_{i+1} + D_{i+2} + \dots + D_N$. Dari batasan X_i tersebut, dapat diambil 2 kasus ekstrim untuk persediaan pada suatu perioda yaitu :

Kasus 1 : $X_i = 0$, berarti pada periode i tidak terdapat sisa persediaan, dan pada awal perioda $i + 1$ harus dilakukan pembelian untuk memenuhi kebutuhan perioda $i + 1$ atau perioda seterusnya.

Kasus 2 : $X_i = D_{i+1} + D_{i+2} + \dots + D_N$, berarti pada akhir perioda i terdapat sisa persediaan sebesar X_i yang dapat memenuhi kebutuhan perioda $i + 1$ sampai perioda N .

Bila $f_i(X_i)$ adalah biaya total inventarisasi untuk perioda $1, 2, 3, \dots, i$ yang merupakan fungsi X_i . Persamaan untuk penyelesaian model menjadi berikut :

Untuk perioda 1:

$$f_1(X_1) = \min \{ C_1(Z_1) + h_1 X_1 \} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$0 \leq Z_1 \leq D_1 + X_1$$

dengan, $0 \leq X_2 \leq (D_2 + \dots + D_N)$

Untuk perioda $i = 2, 3, \dots, N$

$$f_i(X_{i+1}) = \min \{ C_i(Z_i) + h_i X_{i+1} + f_{i-1}(X_{i+1} + D_i - Z_i) \} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$0 \leq Z_i \leq D_i + X_{i+1}$$

dengan, $0 \leq X_{i+1} \leq (D_{i+1} + \dots + D_n)$

Untuk metoda Wagner Whitin, program dinamik perhitungan diatas disederhanakan mengikuti asumsi atau teori berikut yang dibuktikan, yaitu :

1) Pengisian stok hanya dilakukan bila tingkat inventaris (persediaan) sama dengan nol.

Bila diketahui tingkat inventaris awal $X_i = 0$, sehingga bila jumlah perioda adalah N , maka solusi yang optimal pada perioda i adalah bila jumlah pesanan bernilai positif sebesar Z_i atau inventaris awal $X_i > 0$, yang berlaku salah satu sehingga $Z_i X_i = 0$

Teori diatas menyatakan secara tidak langsung bahwa pada perioda akan tidak ekonomis bila dilakukan penyimpanan inventaris dan melakukan pemesanan barang (membeli barang).

2) Jumlah pesanan pada perioda $i = Z_i$ adalah optimal, hanya bila berharga nol (0) atau dapat memenuhi secara tepat kebutuhan dari satu atau lebih perioda.

Algoritma yang diusulkan Wagner Whitin dibuat dengan batasan atau asumsi harga per unit material konstan dan identik untuk setiap perioda.

c Metoda Optimasi Heuristik Silver Meal

Kebutuhan metoda untuk menganalisa suatu metoda inventarisasi yang tidak memerlukan perhitungan yang rumit yang dapat dengan mudah digunakan oleh

praktisi, menyebabkan dikembangkannya metoda heuristik. Secara khusus Silver-Meal (1973) mengembangkan suatu variasi perhitungan dari EOQ (*Economic Order Quantity*), yang pada dasarnya digunakan untuk perhitungan analisis model dengan kebutuhan bervariasi sangat kecil/tetap (konstan). Melalui beberapa pembuktian pada kasus-kasus sederhana ternyata metoda *heuristik Silver-Meal* dapat digunakan pada kasus model inventaris dengan pola kebutuhan sangat bervariasi terhadap waktu. Pengembangannya dilakukan dengan cara meminimkan total biaya yang berkenaan dengan jumlah pesanan. Bila pengisian stock dilakukan pada awal dan dapat mencukupi kebutuhan sampai perioda N ($i = 1, 2, 3 \dots N$), kriteria fungsi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{(Biaydsetup, K) + (Totalbiaydpenyimpanan'sampalakhir\ periodèi, H)}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan :

$I = 1, 2, 3 \dots N$, jumlah pada horison waktu

K = biaya setup setiap kali pemesanan

H = biaya penyimpanan yang dikenakan pada barang yang disimpan untuk memenuhi kebutuhan perioda setelah peninjauan.

1) Rekomendasi penggunaan metode Silver-Meal

Kebutuhan metoda untuk menganalisa suatu model inventarisasi yang tidak memerlukan perhitungan yang rumit dan dapat dengan mudah digunakan oleh para praktisi, menyebabkan dikembangkannya metoda *heuristik*. Metoda *Heuristik Silver Meal* digunakan pada model yang memiliki pola kebutuhan yang sangat variatif. Seberapa jauh model dengan pola kebutuhannya dapat dikatakan sangat

variatif dan disarankan menggunakan metoda *heuristik Silver Meal* harus melalui syarat suatu penelitian.

Suatu alat yang berguna dalam menentukan perubahan atau variasi pola kebutuhan suatu model inventaris adalah koefisien perubahan (*variability coefficient*) yang dilambangkan dengan VC.

$$VC = \frac{\text{Variankebutuhanperperiode}}{\text{Kwadrat rata - ratakebutuhanperperiode}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Selanjutnya,

$$\text{Rata- rata kebutuhan per periode : } E(D) = \frac{1}{N} [D(1) + D(2) + \dots\dots\dots + D(N)]$$

$$E(D) = \frac{1}{N} \sum D(i)$$

Varian kebutuhan perperiode:

$$\text{Var}(D) = \frac{1}{N} [D(1)]^2 + \frac{1}{N} [D(2)]^2 + \dots\dots\dots + \frac{1}{N} [D(N)]^2 - [E(D)]^2$$

$$\text{Var}(D) = \frac{1}{N} \sum [D(i)]^2 - [E(D)]^2$$

Dengan mensubstitusikan kedua persamaan diatas pada persamaan (2.9) maka akan didapat:

$$VC = \frac{N * \sum [D(i)]^2}{[\sum D(i)]^2} - 1 \dots\dots\dots (2.10)$$

2) Metoda *Heuristik Silver Meal*

Oleh karena kendala pengisian stock harus dilakukan pada awal dari periode, selanjutnya strategi terbaik untuk melakukan pemesanan sejumlah kuantitas atau jumlah pemesanan sebesar Z, dengan keseluruhan periode mencapai i (i=1,2 ..., N) menjadi :

$$Z = \sum D(i) \dots\dots\dots(2.11)$$

Berdasarkan kriteria yang telah disebutkan sebelumnya, maka diambil nilai I yang dapat meminimkan biaya total yang berkaitan dengan pemesanan barang dan penyimpanan barang sampai horison waktu, periode N.

Diasumsikan bahwa biaya total yang berkaitan dengan pemesanan dan penyimpanan barang selama periode i disebut TRC (i) (*Total Relevant Cost per Unit Time / TRCUT*), disebut TRCUT (i) dengan :

$$TRCUT (i) = \frac{TRC(i)}{i} - \frac{(K + H)}{i} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan, K = biaya setup setiap kali pemesanan

H = biaya penyimpanan

i = jumlah perioda

Pada peninjauan pertama dilakukan alternatif pesanan untuk periode i,

- a) Bila $i = 1$, tidak akan ada biaya penyimpanan (H) karena pemesanan hanya untuk mencukupi keperluan pada periode 1.

$$TRCUT (1) = \frac{K}{1} - K \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan biaya setup yang bernilai besar, pemilihan ini menjadi tidak menarik bila dibandingkan pilihan yang kedua yaitu $i = 2$

- b) Bila $i = 2$, biaya penyimpanan menjadi $H > D (2)$, biaya penyimpanan untuk periode saja dalam satu perioda penyimpanan.

$$TRCUT (2) = \frac{K + (H * D(2))}{2} \dots\dots\dots(2.14)$$

Pada periode ini biaya *setup* dibagi menjadi 2 bagian tetapi terjadi penambahan biaya akibat penyimpanan material untuk pemenuhan periode 2.

- c) Bila $i = 3$, biaya penyimpanan untuk perioda 2 $D(2)$ dilakukan selama masa satu periode saja ditambah biaya penyimpanan kebutuhan periode 3 $D(3)$ untuk dua masa periode penyimpanan sehingga,

$$TRCUT(3) = \frac{K + (H * D(2)) + (2 * H * D(3))}{3} \dots\dots\dots (2.15)$$

Pada kasus yang terakhir ini, biaya *setup* dibagi menjadi 3 periode sedangkan biaya penyimpanan bertambah sejalan dengan pemenuhan untuk perioda berikutnya.

Ide dasar dari metode heuristik adalah mengevaluasi $TRCUT(i)$ sejalan dengan bertambahnya i sampai tercapai suatu keadaan berikut :

$$TRCUT(i+1) > TRCUT(i)$$

Yaitu biaya total yang berkaitan dengan pemesanan mulai bertambah. Bila hal ini terjadi maka pilihan jumlah pemesanan minimum terjadi pada periode i . Harus diingat bila pada suatu periode ternyata kebutuhannya bernilai 0 (nol), $D = 0$, maka dilakukan prosedur berikut dengan mengasumsikan $D(i) > 0$, $D(i+1) = 0$ dan $D(i+2) > 0$. Prosedurnya tetap mengevaluasi $TRCUT(i)$ selanjutnya melompat ke $TRCUT(i+2)$.

Ada kemungkinan $TRCUT(i)$ akan terus kontinyu menurun nilainya sampai $i = N$. Dalam hal ini, keputusan yang tepat adalah melakukan pemenuhan seluruh kebutuhan hingga horison waktu, (memenuhi kebutuhan hingga periode peninjauan sampai akhir horison waktu N). Dari situasi inilah pemakai metode heuristik harus meningkatkan kehati-hatiannya.

2.4.9. Titik Pemesanan Ulang

Pemesanan kembali barang atau material tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Dalam pemesanan kembali barang perlu diperhatikan waktu pemesanan sehingga material tersebut dapat mencukupi kebutuhan sementara material yang dipesan belum sampai. Jadi dalam hal ini harus diperhatikan tenggang waktu pemesanan dan waktu datangnya material tersebut.

Cara menentukan titik pemesanan ulang tergantung dari sistem peninjauan. Ada dua cara peninjauan persediaan yang biasa dilakukan, yaitu peninjauan secara berkala dan peninjauan kontinyu.

1. Peninjauan Berkala

Yaitu peninjauan persediaan dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Jika digunakan cara ini maka pemesanan ulang dilakukan secara berkala berdasarkan interval waktu.

2. Peninjauan Kontinyu

Yaitu peninjauan persediaan secara terus menerus. Biasanya dilakukan bila kebutuhan material sangat vital. Jika digunakan cara ini maka pemesanan dilakukan berdasarkan tingkat persediaan tertentu.

Khusus mengenai peninjauan secara kontinyu dimana pemesanan ulang dilakukan berdasarkan tingkat persediaan tertentu maka ada kemungkinan jika pemakaian kebutuhan begitu besar, persediaan yang ada pada suatu periode ke i ditambah jumlah pemesanan yang datang, berada dibawah tingkat persediaan yang tertentu.

Hal ini berarti harus ditentukan tingkat persediaan yang tertentu sebagai titik pemesanan ulang (*reorder point*) yaitu :

$$R = B + \beta \cdot L \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

R = titik pemesanan ulang

B = cadangan penyangga

$\beta \cdot L$ = pemakaian kebutuhan selama masa tenggang waktu

2.4.10. Cadangan Penyangga

Cadangan penyangga dipersiapkan untuk memenuhi kebutuhan bila sewaktu-waktu kebutuhan tersebut melebihi dari yang telah diperkirakan. Besarnya cadangan penyangga tergantung dari pemesanan ulang dan pemakaian selama tenggang waktu.

Misalnya $f(x)$ adalah fungsi kerapatan dari permintaan selama *lead time* dan kemungkinan kehabisan stock selama L tidak boleh melampaui p , maka jumlah *buffer* (B) ditentukan dari :

$$P(x \geq B + \beta L) \leq p \dots\dots\dots (2.17)$$

Perhitungan cadangan penyangga diperoleh dengan cara menentukan suatu tingkat resiko atau tingkat pelayanan yang diinginkan oleh perusahaan dalam memproduksi beton.

$$P(x \geq B + \beta L) \leq p$$

Diperoleh $s = \phi^{-1}(p) = \phi^{-1}(1 - p)$

Maka : $\frac{(\beta + \beta L) - \mu m}{\sigma m} = \phi^{-1}(1 - p)$

$$B_m = \beta_m + (1 - \rho) * \sigma_m - \beta L \dots\dots\dots (2.18)$$

| | | |
|----------|------------|--|
| Dimana : | p | = tingkat resiko yang diijinkan |
| | B_m | = cadangan penyangga |
| | βL | = konsumsi material selama waktu L |
| | L | = <i>lead time</i> , yaitu selang waktu antara pemesanan dan tiba barang di lokasi penyimpanan |
| | μ_m | = rata-rata kebutuhan |
| | σ_m | = standar deviasi |

Penentuan cadangan penyangga akan lebih mudah bila jumlah kebutuhan dan masa tenggang waktu yang terjadi adalah tetap.

2.5 Tingkat Layanan (*Service Level*)

Service level dapat didefinisikan sebagai probabilitas dimana permintaan tidak akan melebihi persediaan selama *lead time* (yaitu jumlah persediaan *on hand* cukup untuk memenuhi permintaan), sehingga :

$$\text{Service level} = 100\% - \text{resiko kehabisan persediaan (stock out risk)}$$

Jumlah cadangan penyangga berbeda pada setiap situasi tergantung pada faktor-faktor sebagai berikut :

1. Rata-rata persediaan
2. Rata-rata *lead time*
3. Tingkat *service level* yang diinginkan



BAB III

PENERAPAN MODEL PERSEDIAAN

STUDI KASUS PADA PT. JAYA READY MIX YOGYAKARTA

3.1. Kapasitas Produksi

Produksi beton yang dihasilkan PT. Jaya Ready Mix terdiri dari beberapa kualitas. Sampai saat ini kualitas beton yang bisa dilayani adalah sampai kualitas K-500.

Kemampuan produksi dari PT. Jaya Ready Mix, menurut keterangan dari pihak perusahaan adalah rata-rata sebesar 2600 m³ per bulan, dan dirasa cukup memenuhi pesanan atau untuk memasok kebutuhan beton dengan jumlah yang besar untuk beberapa proyek dalam waktu yang bersamaan.

Untuk tempat penyimpanan semen (*silo*) mempunyai kapasitas 110 ton yang terdiri dari 2 buah *silo*. Kapasitas tersebut sudah dapat memenuhi kebutuhan semen yang diperlukan dalam rangka memasok kebutuhan beton dalam jumlah besar.

Sedangkan untuk material agregat (pasir dan split), tidak memerlukan gudang penyimpanan, namun hanya lahan terbuka yang sebagai media penyimpanan dengan kapasitas maksimum tempat penyimpanan untuk material pasir adalah 1500 m³ dan untuk material split adalah 1000 m³.

Adapun kapasitas dari peralatan yang digunakan cukup memenuhi untuk menghasilkan beton dalam jumlah yang besar, karena sistem yang digunakan pada proses produksinya adalah pengadukan dengan menggunakan *truck mixer*. Sehingga kapasitasnya dipengaruhi oleh banyaknya *truck mixer* yang dimiliki perusahaan dan jarak lokasi proyek yang dipasok. Jumlah *truck mixer* perusahaan sebanyak 10 buah. Sedangkan peralatan yang digunakan pada produksinya adalah :

- a. 1 buah *batching* dengan sistem *cummulative batcher*, yang kapasitasnya dipengaruhi oleh kapasitas *silo*.
- b. 1 buah *loader* untuk mempersiapkan material agregat di *batching plant*.

3.2. Pengadaan Material Pada PT. Jaya Ready Mix

3.2.1. Semen

Semen yang digunakan oleh PT. Jaya Ready Mix adalah semen Portland. Kebutuhan semen dipasok oleh PT. Semen Gresik berdasarkan kontrak yang telah disepakati. Harga kontrak semen, berdasarkan keterangan pihak perusahaan sebesar harga patokan standar dan tidak ada potongan harga jika pemesanan dilakukan dalam jumlah besar.

Pengiriman pesanan dilakukan dengan menggunakan mobil tangki (menggunakan semen curah) yang mempunyai kapasitas maksimum untuk sekali angkut sebesar 15 ton.

3.2.2. Agregat

Kebutuhan agregat untuk produksi ini dipasok oleh penyalur PT. Rahmat dan UD. Budi Harto dan UD. Suradi Sejahtera Raya adapun jenis agregat yang digunakan adalah pasir, split dengan ukuran diameter minimum 0,5 mm maksimum

30 mm dan koral. Agregat tersebut diambil dari dua tempat yaitu pasir dari Kali Progo, split dan koral dari Wates Clereng.

Harga kontrak untuk agregat tersebut sudah dilokasi penyimpanan material adalah :

- a. Pasir : Rp. 20.000 / m³
- b. Split : Rp. 55.000 / m³
- c. Koral : Rp. 28.000 / m³

3.3. Penentuan Model Persediaan Yang Digunakan

Berdasarkan data-data pemakaian material dalam studi kasus pada PT. Jaya Ready Mix, model yang digunakan adalah model EOQ (*Economic Order Quantity*). Model EOQ digunakan bila variasi kebutuhannya kecil, dengan mengasumsikan tingkat kebutuhan horizon waktu adalah nilai rata-ratanya. Yang diharapkan dari asumsi ini adalah pola kebutuhan sangat rendah atau diasumsikan tingkat kebutuhan konstan. Untuk mengetahui variasi suatu pola kebutuhan maka dicari *koefisien variasi* (VC) yaitu pembagian nilai varian kebutuhan tiap periode dibagi kwadrat rata-rata kebutuhan tiap perioda, yang diturunkan dalam rumus :

$$VC = \frac{N * \sum [D(i)]^2}{[\sum D(i)]^2} - 1 \dots\dots\dots (3.1)$$

Bila

- a. $VC < 0,20$ maka pola kebutuhan mempunyai variasi yang kecil.
- b. $VC > 0,20$ maka pola kebutuhan mempunyai variasi yang besar (variatif)

3.3.1. Perhitungan Koefisien Variasi

Tabel 3.1 Perhitungan Koefisien Variasi

| Tahun | Bulan | Semen (Ton) | Spit (M ³) | Pasir (M ³) |
|------------------------|-----------|-------------|------------------------|-------------------------|
| 1997 | Januari | 435 | 741 | 1907 |
| | Februari | 540 | 807 | 1931 |
| | Maret | 600 | 1076 | 1183 |
| | April | 330 | 671 | 714 |
| | Mei | 434 | 745 | 1927 |
| | Juni | 375 | 710 | 1877 |
| | Juli | 340 | 670 | 978 |
| | Agustus | 287 | 620 | 855 |
| | September | 270 | 587 | 790 |
| | Oktober | 320 | 640 | 757 |
| | November | 432 | 997 | 876 |
| | Desember | 322 | 475 | 1004 |
| 1998 | Januari | 200,4 | 443 | 674 |
| | Februari | 210,67 | 602,67 | 576,66 |
| | Maret | 244,544 | 350,176 | 707,45 |
| | April | 199,886 | 424,306 | 481,87 |
| | Mei | 360,73 | 159 | 828 |
| | Juni | 271,502 | 402 | 811 |
| | Juli | 329,452 | 626 | 707 |
| | Agustus | 373,57 | 696 | 867 |
| | September | 592,652 | 1002 | 1085 |
| | Oktober | 390,82 | 824 | 1022 |
| | November | 295,365 | 615 | 736 |
| | Desember | 190,982 | 998 | 1193 |
| 1999 | Januari | 338,052 | 558 | 867 |
| | Februari | 235,562 | 395 | 633 |
| | Maret | 387,652 | 788 | 909 |
| | April | 409,489 | 758 | 1009 |
| | Mei | 518,348 | 1086 | 1252 |
| | Juni | 419,939 | 738 | 1915 |
| | Juli | 431,372 | 890 | 1100 |
| | Agustus | 453,293 | 862 | 1059 |
| | September | 455,906 | 858 | 1098 |
| | Oktober | 723 | 1323 | 1674 |
| | November | 675,312 | 960 | 1737 |
| | Desember | 702,167 | 1690 | 1849 |
| Jml Periode | | 36 | 36 | 36 |
| E [D(i)] | | 6210182,855 | 22843353,94 | 50674596,96 |
| [E (i)] ² | | 198687771,8 | 717551512,3 | 1571328014 |
| VC | | 0,125215612 | 0,146065095 | 0,160983241 |

Nilai Koefisien variasi untuk seluruh jenis pola kebutuhan material dapat dilihat pada tabel 3.1 dan dari hasil perhitungan diatas bernilai $< 0,2$ sehingga variasi kebutuhannya kecil.

3.4. Batasan dan Anggapan

Untuk menyederhanakan permodelan maka anggapan dan batasan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Material yang digunakan dalam pembuatan beton adalah meliputi semen, pasir dan split.
- b. Dalam pengadaan material ini tidak diperkenankan adanya kekurangan bahan, jadi tidak ada perhitungan biaya kekurangan material.
- c. Biaya yang diperhitungkan hanya biaya-biaya untuk penyimpanan, pembelian dan pemesanan.
- d. Tidak ada potongan harga untuk pembelian dengan jumlah pesanan tertentu.
- e. Biaya pembelian diperhitungkan sesuai dengan kontrak yang dilakukan oleh perusahaan dengan pihak pemasok, dengan harga konstan selama pengendalian.
- f. Biaya penyimpanan diperhitungkan pada bunga yang harus dikeluarkan untuk melakukan pemesanan dengan harga konstan selama waktu pengendalian.
- g. Kebutuhan material untuk suatu waktu pengendalian dianggap bersifat (*deterministik*).
- h. Ketersediaan material dipasaran diperhitungkan berdasarkan waktu antara pemesanan sampai material sampai digudang (*lead time*).
- i. Untuk material semen tempat penyimpanan atau gudang dianggap memenuhi
- j. Pengisian kembali satu jenis persediaan tidak mempengaruhi pengisian kembali jenis persediaan lainnya.

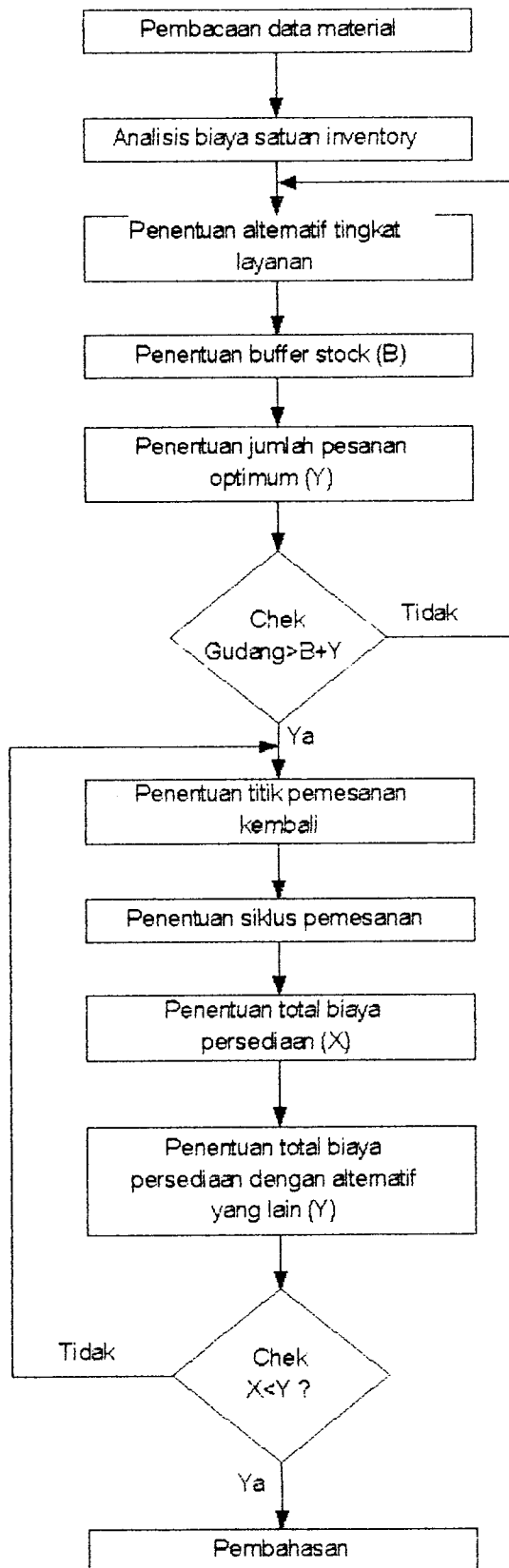
- k. Distribusi kebutuhan material dianggap mengikuti fungsi distribusi normal selama waktu pengendalian.

3.5. Algoritma Permodelan

Permodelan yang dibuat dimaksudkan untuk menjelaskan langkah-langkah pengerjaan secara umum. Adapun algoritma permodelan adalah sebagai berikut :

- a. Pembacaan data pemakaian material penyusun beton.
- b. Analisis biaya-biaya persatuan inventory.
- c. Penentuan tingkat layanan (*service level*)
- d. Penentuan cadangan penyangga (*buffer stock*)
- e. Penentuan jumlah pesanan optimum untuk setiap material.
- f. Penentuan titik pemesanan kembali (*reorder point*) untuk setiap material.
- g. Penentuan Siklus pemesanan untuk setiap material.

Flow chart permodelan dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Flow chart Permodelan

3.5.1. Pembacaan Data Pemakaian Material

Pembacaan data pemakaian material penyusun beton dilakukan untuk mengetahui jumlah material yang dipakai untuk menghasilkan beton, yaitu meliputi jumlah semen, pasir, split dalam jangka waktu pengendalian adalah 3 tahun yaitu mulai Januari 1997 sampai Desember 1999.

3.5.2. Analisis biaya-biaya satuan inventory

1. Biaya pembelian material menurut harga kontrak (C)

Semen : Rp. 260.000,00 / ton

Pasir : Rp. 20.000,00 / m³

Split : Rp. 55.000,00 / m³

2. Biaya pemesanan untuk setiap kali melakukan pemesanan material (K)

Semen : Rp. 50.000,00

Pasir : Rp. 10.000,00

Split : Rp. 10.000,00

3. Biaya penyimpanan (Hm)

Diasumsikan bahwa bunga yang berlaku selama masa pengendalian sebesar 4 % per bulan.

$$H_m = 4\% * C \dots\dots\dots (3.2)$$

3.5.3. Penentuan *buffer stock* (Bm)

$$B_m = \beta_m + (1 - \rho) * \sigma_m - \beta L \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana β_m = Rata-rata kebutuhan

$$= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \beta_m$$

p = tingkat resiko yang diijinkan

σ_m = standar deviasi

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\beta_m - \beta_m)^2} \dots\dots\dots (3.4)$$

βL = Konsumsi material selama waktu L

L = *Lead time*, yaitu waktu antara pemesanan dan tiba dilokasi pemesanan

Hm = Biaya penyimpanan

3.5.4 Penentuan Jumlah Pesanan Optimum

$$Y_m = \sqrt{\frac{2 * K * (\beta_m * n)}{H_m}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan :

Y_m = Jumlah pesanan optimum untuk masing-masing material

K_m = Besarnya biaya pemesanan untuk 1 kali pesan

β_m = Rata- rata kebutuhan material tiap bulan

n = Jumlah bulan dalam satu waktu pengendalian

3.5.5. Penentuan Titik Pememesanan Kembali (Reorder Point)

$$RP_m = B_m + \frac{(\beta_m * n) * L_m}{LT} \dots\dots\dots (3.6)$$

Dengan :

B_m = Cadangan penyangga

L_m = *Lead time*

LT = Banyaknya waktu (dalam satuan waktu) untuk tiap waktu pengendalian

3.5.6. Penentuan Siklus Pemesanan

$$Siklus(N) = \frac{\beta * n - B}{Y_{optimum}} \text{ kali / T} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan :

β = rata-rata kebutuhan

n = waktu pengendalian

B = cadangan penyangga (*Bufferr Stock*)

Y_{opt} = jumlah pemesanan optimum

BAB IV

ANALISIS MODEL PERSEDIAAN

4.1. Pembacaan Pemakaian material

Data pemakaian material yang digunakan dalam analisis ini adalah pemakaian dalam jangka waktu tiga tahun yaitu tahun 1997, 1998, 1999. Adapun data pemakaian material tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1
Data Pemakaian Material pada PT. JAYA READYMIX Selama 3 tahun

| Tahun | Bulan | Semen (Ton) | Split (M ³) | Pasir (M ³) |
|-------|-----------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 1997 | Januari | 435 | 741 | 1907 |
| | Februari | 540 | 807 | 1981 |
| | Maret | 600 | 1076 | 1183 |
| | April | 330 | 671 | 714 |
| | Mei | 434 | 745 | 1927 |
| | Juni | 375 | 710 | 1877 |
| | Juli | 340 | 670 | 978 |
| | Agustus | 287 | 620 | 855 |
| | September | 270 | 587 | 790 |
| | Oktober | 320 | 640 | 757 |
| | November | 432 | 997 | 876 |
| | Desember | 322 | 475 | 1004 |
| 1998 | Januari | 200,4 | 443 | 674 |
| | Februari | 210,87 | 602,67 | 576,66 |
| | Maret | 244,544 | 350,176 | 707,45 |
| | April | 199,886 | 424,306 | 481,87 |
| | Mei | 360,73 | 159 | 828 |
| | Juni | 271,502 | 402 | 811 |
| | Juli | 329,452 | 626 | 707 |

| Tahun | Bulan | Semen (Ton) | Split (M ³) | Pasir (M ³) |
|-------|-----------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| | Agustus | 373,57 | 696 | 867 |
| | September | 592,652 | 1002 | 1085 |
| | Oktober | 390,82 | 824 | 1022 |
| | November | 295,365 | 615 | 736 |
| | Desember | 190,982 | 998 | 1193 |
| 1999 | Januari | 338,052 | 558 | 867 |
| | Februari | 235,562 | 395 | 633 |
| | Maret | 387,652 | 788 | 909 |
| | April | 409,489 | 758 | 1009 |
| | Mei | 518,348 | 1086 | 1252 |
| | Juni | 419,939 | 738 | 1915 |
| | Juli | 431,372 | 890 | 1100 |
| | Agustus | 453,293 | 862 | 1059 |
| | September | 455,906 | 858 | 1098 |
| | Oktober | 723 | 1323 | 1674 |
| | November | 675,312 | 960 | 1737 |
| | Desember | 702,167 | 1690 | 1849 |

4.2. Kapasitas Tempat Penyimpanan (Gudang)

Kapasitas gudang atau tempat penyimpanan maximum dari masing-masing material yang ditinjau adalah :

- a. Semen : Memenuhi
- b. Pasir : 1500 m³
- c. Split : 1000 m³

4.3. Analisis Biaya Satuan Persediaan

4.3.1. Biaya Pembelian

Biaya pembelian material menurut harga kontrak pihak perusahaan dengan pemasok adalah sebagai berikut :

- a. Semen : Rp. 260.000,00 /ton
- b. Pasir : Rp. 20.000,00 /m³
- c. Split : Rp. 55.000,00 /m³

4.3.2. Biaya Pemesanan

- a. Semen : Rp. 50.000,00 /1 x pesan
- b. Pasir : Rp. 10.000,00 /1 x pesan
- c. Split : Rp. 10.000,00 /1 x pesan

4.3.3. Biaya Penyimpanan

Diasumsikan bahwa bunga yang berlaku selama pengendalian adalah sebesar 4% per bulan. Maka perhitungan biaya penyimpanan sebagai berikut :

Biaya penyimpanan selama waktu pengendalian :

- a. Semen : $4\% \times 260.000 \times 36 = \text{Rp. } 374.400,00 / \text{ton}$
- b. Pasir : $4\% \times 20.000 \times 36 = \text{Rp. } 28.800,00 / \text{m}^3$
- c. Split : $4\% \times 55.000 \times 36 = \text{Rp. } 79.200,00 / \text{m}^3$

4.4. Penentuan Jumlah Pesanan Optimum

1. Semen :

- a. $K_m = 50.000,00 / 1 \text{ x pesan}$
- b. $H_m = 468.000,00 / 1 \text{ ton}$
- c. $n = 36 \text{ bulan}$
- d. $\beta = 391,546 \text{ ton / bulan}$

Maka :

$$y = \sqrt{\frac{2*50.000*391,546*36}{374400}} = 61,358 \text{ ton}$$

2. Pasir :

a. Km = 10.000,00 /1 x pesan

b. Hm = 99.000,00 /1 m³

c. n = 36 bulan

d. β = 1101,110 m³ / bulan

Maka :

$$y = \sqrt{\frac{2*10.000*1101,110*36}{28800}} = 165,914 \text{ m}^3$$

3. Split :

a. Km = 10.000,00 /1 x pesan

b. Hm = 36000,00 /1 m³

c. n = 36 bulan

d. β = 744.087 m³ / bulan

Maka :

$$y = \sqrt{\frac{2*10.000*744,087*36}{79200}} = 82,246 \text{ m}^3$$

4.5. Penentuan Cadangan Penyangga

Untuk menentukan besarnya cadangan penyangga diasumsikan bahwa kebutuhan material terdistribusi normal. Untuk keabsaan (*validitas*) dari distribusi yang diasumsikan apakah dapat dibenarkan atau disangkal secara statistik,

digunakan metode uji kenormalan Lilliefors. Adapun langkah-langkah pengujian kenormalan tersebut dapat dilihat pada lampiran 1 hal 106.

Untuk material semen mempunyai *lead time* sebesar 3 hari. Karena pengendalian dihitung dalam satuan waktu bulan, maka *lead time* semen sebesar 3/30 bulan, sedangkan untuk material agregat mempunyai *lead time* sebesar 2 hari atau 3/30

4.5.1. Perhitungan Standar Deviasi (σ)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}$$

a. Semen :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{36-1} * 691078,0829} = 108,2935694$$

b. Pasir :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{36-1} * 7026596,555} = 354,5991049$$

c. Split :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{36-1} * 7026596,555} = 208,8110617$$

4.5.2. Perhitungan Cadangan Penyangga (*Buffer Stock*)

1) Alternatif 1

Dengan tingkat layanan (*service level*) 5 % ($\rho=5\%$)

Maka perhitungannya adalah :

$$s = \phi^{-1}(p) = -\phi^{-1}(1-p)$$

$$s = \phi^{-1}(1 - 0,05) = \phi^{-1}(0,95)$$

Dari tabel normal standar (lampiran 2 hal 112) diperoleh :

$$s = 1,645$$

$$B_m = \mu_m + 1,645 \cdot \sigma_m - \beta L$$

Cadangan Penyangga

a. Semen :

$$B = 391,546 + 1,645 \cdot 108,293 - 2 \cdot 391,546 / 30 = 543,584 \text{ ton}$$

b. Pasir :

$$B = 1101,110 + 1,645 \cdot 354,599 - 3 \cdot 1101,110 / 30 = 1574,315 \text{ m}^3$$

c. Split :

$$B = 744,087 + 1,645 \cdot 208,811 - 3 \cdot 744,087 / 30 = 1013,172 \text{ m}^3$$

Kendala Kapasitas Gudang

Kapasitas maximum Gudang \geq Jumlah Pesanan Optimum + Cadangan Penyangga

1. Semen

a. Gudang = Memenuhi

b. Pesanan Optimum = 61,358 ton

c. Cadangan Penyangga = 543,584 ton

(Kapasitas Gudang) > [Total persediaan (61,358 + 543,584) ton]

(memenuhi)

2. Pasir

a. Gudang = 1500 m³

b. Pesanan Optimum = 165,914 m³

$$c. \text{ Cadangan Penyangga} = 1574,314 \text{ m}^3$$

$$(\text{Kapasitas Gudang } 1500 \text{ m}^3) < [\text{Total Persediaan } (165,914 + 1574,314) \text{ m}^3]$$

(tidak memenuhi syarat minimum)

3. Split

$$a. \text{ Gudang} = 1000 \text{ m}^3$$

$$b. \text{ Pesanan Optimum} = 82,246 \text{ m}^3$$

$$c. \text{ Cadangan Penyangga} = 1013,172 \text{ m}^3$$

$$(\text{Kapasitas gudang } 1000 \text{ m}^3) < [\text{Total persediaan } (82,246 + 1013,172) \text{ m}^3]$$

(tidak memenuhi syarat minimum)

Tabel 4.2 Tabel hasil perhitungan Cadangan Penyangga *service level* ($\rho=5\%$)

| Material | Rata-rata | Deviasi | CP | Jml.P.Opt | CP+P. opt | max | |
|----------|-----------|---------|----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Semen | 391,546 | 108,293 | 543,584 | 61,358 | 604,716 | ∞ | memenuhi |
| Pasir | 1101,11 | 354,599 | 1574,314 | 165,914 | 1740,229 | 1500 | tidak memenuhi |
| Split | 744,087 | 208,811 | 1013,172 | 82,246 | 1095,118 | 1000 | tidak memenuhi |

2) Alternatif 2

Dengan tingkat layanan (*service level*) 10 % ($\rho=10\%$)

Maka perhitungannya adalah :

$$s = \phi^{-1}(p) = -\phi^{-1}(1-p)$$

$$s = \phi^{-1}(1-0,10) = \phi^{-1}(0,90)$$

Dari tabel normal standar (lampiran 2 hal 112) diperoleh :

$$s = 1,282$$

$$B_m = \mu_m + 1,282 \cdot \sigma_m - \beta L$$

Cadangan Penyangga

a. Semen :

$$B = 391,546 + 1,282 \cdot 108,293 - 2 \cdot 391,546 / 30 = 504,274 \text{ ton}$$

b. Pasir :

$$B = 1101,110 + 1,282 \cdot 354,599 - 3 \cdot 1101,110 / 30 = 1445,594 \text{ m}^3$$

c. Split :

$$B = 744,087 + 1,282 \cdot 208,811 - 3 \cdot 744,087 / 30 = 937,374 \text{ m}^3$$

Kendala Kapasitas Gudang

Kapasitas maximum Gudang \geq Jumlah Pesanan Optimum + Cadangan Penyangga

1. Semen

a. Gudang = Memenuhi

b. Pesanan Optimum = 61,358 ton

c. Cadangan Penyangga = 504,274 ton

(Kapasitas gudang) > [Total persediaan (61,358 + 504,274)ton]

(memenuhi)

2. Pasir

a. Gudang = 1500 m³

b. Pesanan Optimum = 165,914 m³

c. Cadangan Penyangga = 1445,594 m³

(Kapasitas gudang 1500m³) < [Total persediaan (165,914+1445,594) m³]

(tidak memenuhi syarat minimum)

3. Split

a. Gudang = 1000 m^3

b. Pesanan Optimum = $82,246 \text{ m}^3$

c. Cadangan Penyangga = $937,374 \text{ m}^3$

(Kapasitas gudang 1000 m^3) < [Total persediaan ($82,246 + 937,374$) m^3]

(tidak memenuhi syarat minimum)

Tabel 4.3

Tabel hasil perhitungan Cadangan Penyangga dengan service level ($\rho=10\%$)

| | Rata-rata | Deviasi | CP | Jml.P.Opt | CP+P. opt | max | |
|-------|-----------|---------|----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Semen | 391,546 | 108,293 | 504,2745 | 61,358 | 585,631 | ∞ | memenuhi |
| Pasir | 1101,11 | 354,599 | 1445.594 | 165,914 | 1611,509 | 1500 | tidak memenuhi |
| Split | 744,087 | 208,811 | 937.374 | 82,246 | 1019,620 | 1000 | tidak memenuhi |

3) Alternatif 3

Dengan tingkat layanan (*service level*) 15 % ($\rho=15\%$)

Maka perhitungannya adalah :

$$s = \phi^{-1}(p) = -\phi^{-1}(1-p)$$

$$s = \phi^{-1}(1-0,15) = \phi^{-1}(0,85)$$

Dari tabel normal standar (lampiran 2 hal 112) diperoleh :

$$s = 1,036$$

$$B_m = \mu_m + 1,036 \cdot \sigma_m - \beta L$$

Cadangan Penyangga

a. Semen :

$$B = 391,546 + 1,036 \cdot 108,293 - 2 \cdot 391,546 / 30 = 477,634 \text{ ton}$$

b. Pasir :

$$B = 1101,110 + 1,036 \cdot 354,599 - 3 \cdot 1101,110 / 30 = 1358,363 \text{ m}^3$$

c. Split :

$$B = 744,087 + 1,036 \cdot 208,811 - 3 \cdot 744,087 / 30 = 888,246 \text{ m}^3$$

Kendala Kapasitas Gudang

Kapasitas maximum Gudang \geq Jumlah Pesanan Optimum + Cadangan Penyangga

1. Semen

a. Gudang = Memenuhi

b. Pesanan Optimum = 61,358 ton

c. Cadangan Penyangga = 477,634 ton

(Kapasitas gudang) $>$ [Total persediaan (61,358 + 477,634)ton]

(memenuhi)

2. Pasir

a. Gudang = 1500 m³b. Pesanan Optimum = 165,914 m³c. Cadangan Penyangga = 1358,363 m³

(Kapasitas gudang 1500m³) $<$ [Total persediaan (165,914 +1358,363) m³]

(tidak memenuhi syarat minimum)

3. Split

a. Gudang = 1000 m³

b. Pesanan Optimum = $82,246 \text{ m}^3$

c. Cadangan Penyangga = $886,006 \text{ m}^3$

(Kapasitas gudang 1000 m^3) < [Total persediaan ($82,246 + 886,006$) m^3]

(memenuhi syarat minimum)

Tabel 4.4

Tabel hasil perhitungan Cadangan Penyangga dengan service level ($\rho=15\%$)

| Material | Rata-rata | Deviasi | CP | Jml.P.Opt | CP+Y opt | max | |
|----------|-----------|---------|---------|-----------|----------|----------|----------------|
| Semen | 391,546 | 108,293 | 477,634 | 61,358 | 546,425 | ∞ | memenuhi |
| Pasir | 1101,11 | 354,599 | 1358,36 | 165,914 | 1524,278 | 1500 | tidak memenuhi |
| Split | 744,087 | 208,811 | 886,006 | 82,246 | 968,252 | 1000 | memenuhi |

4) Alternatif 4

Dengan tingkat layanan (*service level*) 20 % ($\rho=20\%$)

Maka perhitungannya adalah :

$$s = \phi^{-1}(p) = -\phi^{-1}(1-p)$$

$$s = \phi^{-1}(1-0,20) = \phi^{-1}(0,80)$$

Dari tabel normal standar (lampiran 2 hal 112) diperoleh :

$$s = 0,842$$

$$B_m = \mu_m + 0,842 \cdot \sigma_m - \beta L$$

Cadangan Penyangga

a. Semen :

$$B = 391,546 + 0,842 * 108,293 - 2 * 391,546 / 30 = 456,625 \text{ ton}$$

b. Pasir :

$$B = 1101,110 + 0,842 * 354,599 - 3 * 1101,110 / 30 = 1289,571 \text{ m}^3$$

c. Split :

$$B = 744,087 + 0,842 * 208,811 - 3 * 744,087 / 30 = 845,497 \text{ m}^3$$

Kendala Kapasitas Gudang

Kapasitas maximum Gudang \geq Jumlah Pesanan Optimum + Cadangan Penyangga

1. Semen

a. Gudang = Memenuhi

b. Pesanan Optimum = 61,358 ton

c. Cadangan Penyangga = 456,625 ton

(Kapasitas gudang) $>$ [Total persediaan (61,358 + 456,625)ton]

(memenuhi)

2. Pasir

a. Gudang = 1500 m³

b. Pesanan Optimum = 165,914 m³

c. Cadangan Penyangga = 1289,571 m³

(Kapasitas gudang 1500m³) $>$ [Total persediaan (165,914 +1289,571) m³]

(memenuhi syarat minimum)

3. Split

a. Gudang = 1000 m³

b. Pesanan Optimum = 82,246 m³

c. Cadangan Penyangga = 845,497 m³

(Kapasitas gudang 1000 m^3) > [Total persediaan ($82,246 + 870,300$) m^3]

(memenuhi syarat minimum)

Tabel 4.5.
Tabel hasil perhitungan Cadangan Penyangga dengan service level ($\rho=20\%$)

| Material | Rata-rata | Deviasi | CP | Jml.P.Opt | CP+Y opt | max | Keterangan |
|----------|-----------|---------|----------|-----------|----------|----------|------------|
| Semen | 391,546 | 108,293 | 456,625 | 61,358 | 517,9841 | ∞ | memenuhi |
| Pasir | 1101,11 | 354,599 | 1289.571 | 165,914 | 1455,486 | 1500 | memenuhi |
| Split | 744,087 | 208,811 | 845.497 | 82,246 | 927,743 | 1000 | memenuhi |

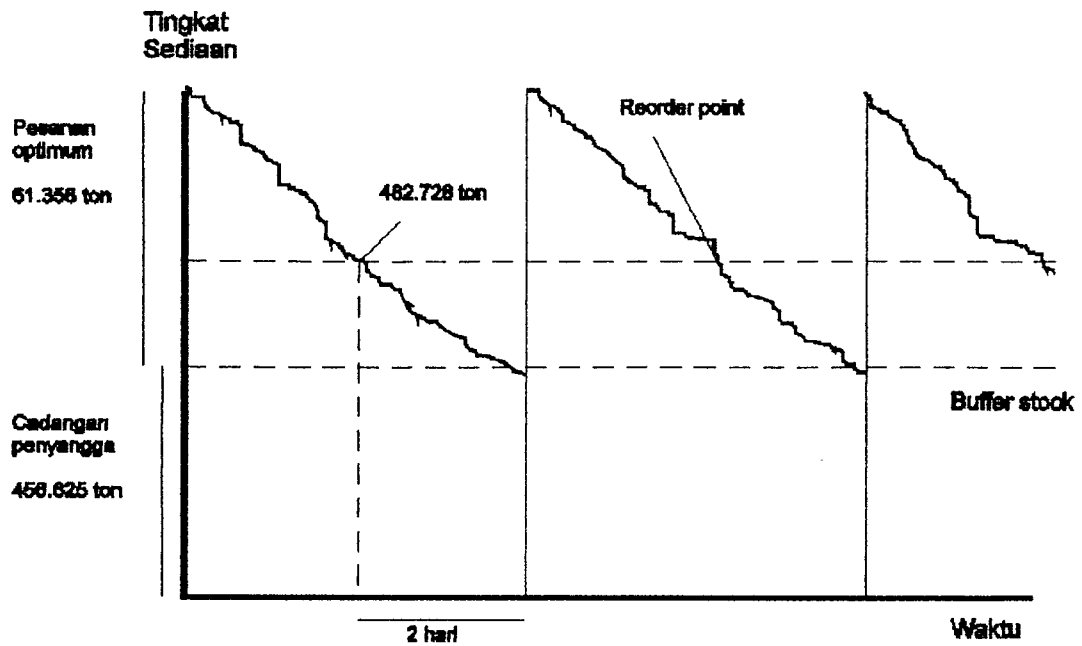
4.6 Penentuan Titik Pemesanan kembali (*Reorder Point*)

$$RP = B + \frac{(\beta * n) * L}{LT}$$

1. Semen :

- a. *Buffer stock* = 456,625 ton
- b. *Lead time* = 2 hari = 2 / 30 bulan
- c. Rata-rata kebutuhan = 391,546 ton / bulan
- d. Lama waktu pengendalian = 36 bulan
- e. Jumlah pesanan optimum = 61,358 ton

$$RP = 456,625 + \frac{391,546 * 36 * 2}{36 * 30} = 482,728 \text{ ton}$$

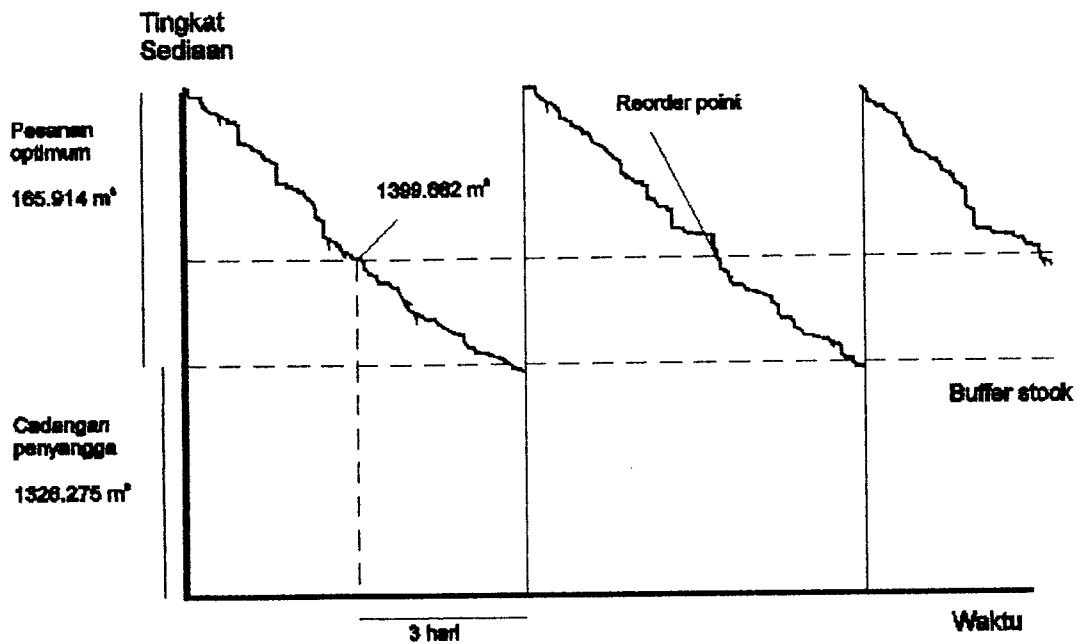


Grafik 4.1 Grafik variasi tingkat sediaan untuk material semen

2. Pasir :

- a. *Buffer stock* = 1289,571 m³
- b. *Lead time* = 3 hari = 3 / 30 bulan
- c. Rata-rata kebutuhan = 1101,110 m³ / bulan
- d. Lama waktu pengendalian = 36 bulan
- e. Jumlah pesanan optimum = 165,914 m³

$$RP = 1289,571 + \frac{1101,110 \cdot 36 \cdot 3}{36 \cdot 30} = 1399,628 \text{ m}^3$$

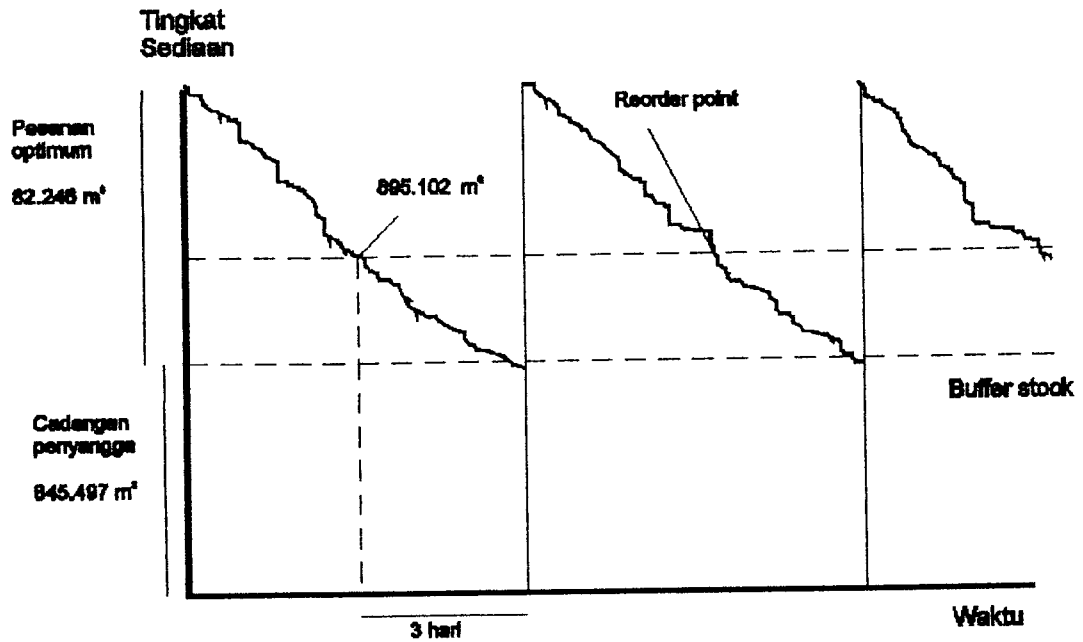


Grafik 4.2 Grafik variasi tingkat sediaan untuk material pasir

3. Split :

- a. *Buffer stock* = 845,497 m³
- b. *Lead time* = 2 hari = 2 / 30 bulan
- c. Rata-rata kebutuhan = 744,087 m³ / bulan
- d. Lama waktu pengendalian = 36 bulan
- e. Jumlah pesanan optimum = 82,246 m³

$$RP = 845,497 + \frac{744,087 \cdot 36 \cdot 2}{36 \cdot 30} = 895,102 \text{ m}^3$$



Grafik 4.3 Grafik variasi tingkat sediaan untuk material split

4.7. Penentuan Siklus Pemesanan

$$\text{Siklus}(N) = \frac{\beta^* n - B}{Y_{\text{optimum}}} \text{ kali / } T$$

1. Semen :

$$N = \frac{391,546 \cdot 36 - 456,625}{61,358} = 222,284 \text{ kali}$$

2. Pasir :

$$N = \frac{1101,110 \cdot 36 - 1289,571}{165,914} = 231,144 \text{ kali}$$

3. Split :

$$N = \frac{744,087 \cdot 36 - 845,497}{82,246} = 315,414 \text{ kali}$$

Tabel 4.6 Hasil perhitungan *reorder point* dan siklus pemesanan

| Jenis Material | Jml.P.Opt | Reorder Point | Siklus Pesan |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| Semen | 61,358 ton | 503,737 ton | 222,941 kali |
| Split | 165,914 m ³ | 1362,978 m ³ | 231,144 kali |
| Pasir | 82,246 m ³ | 895,102 m ³ | 315,414 kali |

4.8. Penentuan Total Biaya Pemesanan

Total biaya persediaan (TIC) = Total biaya pemesanan (TOC) + Total Biaya Penyimpanan (TCC)

4.8.1. Total Biaya Persediaan Material Semen

- a. Biaya Pemesanan = 50.000,00 / 1 x pesan
 b. Biaya Penyimpanan = Rp. 124.800,00 /ton / tahun

a) Alternatif 1

Siklus Pemesanan = 24 kali

Jumlah Pemesanan = 175,869 ton

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (24 \times \text{Rp. } 50.000) + \left(\frac{175,869}{2} \times \text{Rp. } 124800\right) \\ &= \text{Rp. } 1.200.000,00 + 10.834.824,00 \\ &= \text{Rp. } 12.174.283,00 \end{aligned}$$

b) Alternatif 2

Siklus Pemesanan = 30 kali

Jumlah Pemesanan = 140,695 ton

$$\text{TIC} = (30 \times \text{Rp. } 50.000) + \left(\frac{140,695}{2} \times \text{Rp. } 156.000\right)$$

$$= \text{Rp. } 1.500.000,00 + 8.777.121,00$$

$$= \text{Rp. } 10.279.426,00$$

c) Alternatif 3

$$\text{Siklus Pemesanan} = 60 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah Pemesanan} = 70,347 \text{ ton}$$

$$\text{TIC} = (60 \times \text{Rp. } 50.000) + \left(\frac{70,347}{2} \times \text{Rp. } 124.800\right)$$

$$= \text{Rp. } 3.000.000,00 + 4.389.652,00$$

$$= \text{Rp. } 7.389.713,00$$

d) Alternatif 4 (jumlah pemesanan optimum berdasar analisis)

$$\text{Siklus Pemesanan} = 68,791 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah Pemesanan} = 61,358 \text{ ton}$$

$$\text{TIC} = (69,133 \times \text{Rp. } 50.000) + \left(\frac{61,358}{2} \times \text{Rp. } 124.800\right)$$

$$= \text{Rp. } 3.456.650,00 + 3.828.739,00$$

$$= \text{Rp. } 7.266.448,00$$

e) Alternatif 5

$$\text{Siklus Pemesanan} = 108 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah Pemesanan} = 35,173 \text{ ton}$$

$$\text{TIC} = (108 \times \text{Rp. } 50.000) + \left(\frac{35,173}{2} \times \text{Rp. } 124.800\right)$$

$$= \text{Rp. } 5.400.000,00 + 2.194.795,00$$

$$= \text{Rp. } 7.838.729,00$$

f) Alternatif 6

$$\text{Siklus Pemesanan} = 120 \text{ kali}$$

Jumlah Pemesanan = 35,173 ton

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (120 \times \text{Rp. } 50.000) + \left(\frac{35,173}{2} \times \text{Rp. } 124.800\right) \\ &= \text{Rp. } 6.000.000,00 + 2.194.795,00 \\ &= \text{Rp. } 8.194.856,00 \end{aligned}$$

g) Alternatif 7

Siklus Pemesanan = 140 kali

Jumlah Pemesanan = 30,149 ton

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (140 \times \text{Rp. } 50.000) + \left(\frac{30,149}{2} \times \text{Rp. } 124800\right) \\ &= \text{Rp. } 7.000.000,00 + 1.884.297,00 \\ &= \text{Rp. } 8.881.305,00 \end{aligned}$$

4.8.2. Total biaya Persediaan Material Pasir

- a. Biaya Pemesanan = 10.000,00 / 1 x pesan
- b. Biaya Penyimpanan = Rp. 9.600,00 / m³ / tahun

a) Alternatif 1

Siklus Pemesanan = 20 kali

Jumlah Pemesanan = 592,774 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (20 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{592,774}{2} \times \text{Rp. } 9600\right) \\ &= \text{Rp. } 200.000,00 + 2.845.315,00 \\ &= \text{Rp. } 3.045.172,00 \end{aligned}$$

b) Alternatif 2

Siklus Pemesanan = 40 kali

Jumlah Pemesanan = 296,744 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (40 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{296,744}{2} \times \text{Rp. } 9600\right) \\ &= \text{Rp. } 400.000,00 + 1.424.371,00 \\ &= \text{Rp. } 1.822.586,00 \end{aligned}$$

c) Alternatif 3

Siklus Pemesanan = 70 kali

Jumlah Pemesanan = 169,355 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (70 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{169,355}{2} \times \text{Rp. } 9600\right) \\ &= \text{Rp. } 700.000,00 + 812.904,00 \\ &= \text{Rp. } 1.512.906,00 \end{aligned}$$

d) Alternatif 4 (jumlah pemesanan optimum berdasar analisis)

Siklus Pemesanan = 71,645 kali

Jumlah Pemesanan = 165,914 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (71,645 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{165,914}{2} \times \text{Rp. } 9600\right) \\ &= \text{Rp. } 716.450,00 + 796.387,00 \\ &= \text{Rp. } 1.510.691,00 \end{aligned}$$

e) Alternatif 5

Siklus Pemesanan = 85 kali

Jumlah Pemesanan = 139,469 m³

$$\text{TIC} = (85 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{139,469}{2} \times \text{Rp. } 9600\right)$$

$$= \text{Rp.}850.000,00 + 669.451,00$$

$$= \text{Rp.} 1.519.452,00$$

f) Alternatif 6

$$\text{Siklus Pemesanan} = 90 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah Pemesanan} = 131,720 \text{ m}^3$$

$$\text{TIC} = (90 \times \text{Rp.} 10.000) + \left(\frac{131,720}{2} \times \text{Rp.} 9600\right)$$

$$= \text{Rp.}900.000,00 + 632.256,00$$

$$= \text{Rp.} 1.532.260,00$$

g) Alternatif 7

$$\text{Siklus Pemesanan} = 120 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah Pemesanan} = 98,790 \text{ m}^3$$

$$\text{TIC} = (120 \times \text{Rp.} 10.000) + \left(\frac{98,790}{2} \times \text{Rp.} 9600\right)$$

$$= \text{Rp.}1.200.000,00 + 474.192,00$$

$$= \text{Rp.} 1.674.195,00$$

4.8.3. Total biaya Persediaan Material Split

a. Biaya Pemesanan = $10.000,00 / 1 \times \text{pesan}$

b. Biaya Penyimpanan = $\text{Rp.} 26.400,00 / \text{m}^3 / \text{tahun}$

a) Alternatif 1

$$\text{Siklus Pemesanan} = 25 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah Pemesanan} = 321,720 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{TIC} &= (25 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{321,720}{2} \times \text{Rp. } 26400\right) \\
 &= \text{Rp. } 250.000,00 + 4.246.704,00 \\
 &= \text{Rp. } 4.496.704,00
 \end{aligned}$$

b) Alternatif 2

Siklus Pemesanan = 50 kali

Jumlah Pemesanan = 160,860 m³

$$\begin{aligned}
 \text{TIC} &= (50 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{160,860}{2} \times \text{Rp. } 26400\right) \\
 &= \text{Rp. } 500.000,00 + 2.123.352,00 \\
 &= \text{Rp. } 2.623.352,00
 \end{aligned}$$

c) Alternatif 3

Siklus Pemesanan = 95 kali

Jumlah Pemesanan = 84,663 m³

$$\begin{aligned}
 \text{TIC} &= (95 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{84,663}{2} \times \text{Rp. } 26400\right) \\
 &= \text{Rp. } 950.000,00 + 1.117.551,00 \\
 &= \text{Rp. } 2.067.553,00
 \end{aligned}$$

d) Alternatif 4 (jumlah pemesanan optimum berdasar analisis)

Siklus Pemesanan = 97,983 kali

Jumlah Pemesanan = 82,247 m³

$$\begin{aligned}
 \text{TIC} &= (97,983 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{82,247}{2} \times \text{Rp. } 26400\right) \\
 &= \text{Rp. } 979.830,00 + 1.085.660,00 \\
 &= \text{Rp. } 2.063.360,00
 \end{aligned}$$

e) Alternatif 5

Siklus Pemesanan = 120 kali

Jumlah Pemesanan = 67.025 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (120 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{67,025}{2} \times \text{Rp. } 26400\right) \\ &= \text{Rp. } 1.200.000,00 + 884.730,00 \\ &= \text{Rp. } 2.084.730,00 \end{aligned}$$

f) Alternatif 6

Siklus Pemesanan = 150 kali

Jumlah Pemesanan = 53,620 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (150 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{53,620}{2} \times \text{Rp. } 26400\right) \\ &= \text{Rp. } 1.500.000,00 + 839.784,00 \\ &= \text{Rp. } 2.207.784,00 \end{aligned}$$

g) Alternatif 7

Siklus Pemesanan = 170 kali

Jumlah Pemesanan = 47,311 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (170 \times \text{Rp. } 10.000) + \left(\frac{47,311}{2} \times \text{Rp. } 26400\right) \\ &= \text{Rp. } 1.700.000,00 + 641.031,00 \\ &= \text{Rp. } 2.324.515,00 \end{aligned}$$

BAB V
PERENCANAAN PENGENDALIAN
PERSEDIAAN MATERIAL

Berdasarkan data hasil perhitungan persediaan material dalam jangka waktu pengendalian selama 3 tahun, maka dapat disusun suatu perencanaan pengendalian persediaan material yang optimal untuk jangka waktu tahun-tahun mendatang.

5.1. Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Semen

Hasil perhitungan :

- a. Kebutuhan rata-rata = 391,546 ton / bulan
- b. *Buffer stock* = 456,625 ton
- c. Pesanan optimum = 61,358 ton
- d. *Reorder point* = 482,728 ton

Jangka waktu pengendalian 1 tahun mendatang

- a. Siklus pemesanan = 69,133 kali
- b. Awal pesanan = buffer stock + pesanan optimum
= 456,625 + 61,354
= 546,425 ton
- c. selanjutnya = 61,348 ton sebanyak 66 kali

- d. akhir pesanan = $0,133 \times 61,348$
 = 8,159 ton
- e. selang pesanan = 5 hari

5.2. Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Pasir

Hasil perhitungan :

- a. Kebutuhan rata-rata = $1101,110 \text{ m}^3 / \text{bulan}$
- b. *Buffer stock* = $1326,275 \text{ m}^3$
- c. Pesanan optimum = $165,914 \text{ m}^3$
- d. *Reorder point* = $1399,682 \text{ m}^3$

Jangka waktu pengendalian 1 tahun mendatang

- a. Siklus pemesanan = 71,645 kali
- b. Awal pesanan = buffer stock + pesanan optimum
 = $1326,275 + 165,914$
 = $1492,19 \text{ m}^3$
- c. selanjutnya = $165,914 \text{ m}^3$ sebanyak 66 kali
- d. akhir pesanan = $0,645 \times 165,914$
 = $107,014 \text{ m}^3$
- e. selang pesanan = 5 hari

5.2. Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Split

Hasil perhitungan :

- a. Kebutuhan rata-rata = $744,087 \text{ m}^3 / \text{bulan}$
- b. *Buffer stock* = $870,300 \text{ m}^3$

c. Pesanan optimum = $82,246 \text{ m}^3$

d. *Reorder point* = $919,905 \text{ m}^3$

Jangka waktu pengendalian 1 tahun mendatang

a. Siklus pemesanan = 97,983 kali

b. Awal pesanan = buffer stock + pesanan optimum

$$= 870,300 + 82,246$$

$$= 1492,19 \text{ m}^3$$

c. selanjutnya = $82,246 \text{ m}^3$ sebanyak 66 kali

d. akhir pesanan = 0.983×82.246

$$= 80,84 \text{ m}^3$$

e. selang pesanan = 4 hari

Tabel 5.1
Hasil perhitungan Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Semen
Untuk Jangka Waktu Pengendalian 1 Tahun

| Pesanan ke | Tanggal Pemesanan | Tanggal Penerimaan | Jumlah Pemesanan (ton) | Reorder Point |
|------------|-------------------|--------------------|------------------------|---------------|
| 1 | 1 Januari | 3 Januari | 546,425 | 482,728 |
| 2 | 6 Januari | 8 Januari | 61,358 | 482,728 |
| 3 | 11 Januari | 13 Januari | 61,358 | 482,728 |
| 4 | 16 Januari | 18 Januari | 61,358 | 482,728 |
| 5 | 21 Januari | 23 Januari | 61,358 | 482,728 |
| 6 | 26 Januari | 29 Januari | 61,358 | 482,728 |
| 7 | 31 Januari | 2 Februari | 61,358 | 482,728 |
| 8 | 5 Februari | 7 Februari | 61,358 | 482,728 |
| 9 | 10 Februari | 12 Februari | 61,358 | 482,728 |
| 10 | 15 Februari | 17 Februari | 61,358 | 482,728 |
| 11 | 20 Februari | 22 Februari | 61,358 | 482,728 |
| 12 | 25 Februari | 27 Februari | 61,358 | 482,728 |
| 13 | 2 Maret | 4 Maret | 61,358 | 482,728 |
| 14 | 12 Maret | 9 Maret | 61,358 | 482,728 |
| 15 | 12 Maret | 14 Maret | 61,358 | 482,728 |
| 16 | 17 Maret | 19 Maret | 61,358 | 482,728 |
| 17 | 22 Maret | 24 Maret | 61,358 | 482,728 |
| 18 | 27 Maret | 29 Maret | 61,358 | 482,728 |
| 19 | 1 April | 3 April | 61,358 | 482,728 |
| 20 | 6 April | 8 April | 61,358 | 482,728 |
| 21 | 11 April | 13 April | 61,358 | 482,728 |
| 22 | 16 April | 18 April | 61,358 | 482,728 |
| 23 | 21 April | 23 April | 61,358 | 482,728 |
| 24 | 26 April | 28 April | 61,358 | 482,728 |
| 25 | 1 Mei | 3 Mei | 61,358 | 482,728 |
| 26 | 6 Mei | 8 Mei | 61,358 | 482,728 |
| 27 | 11 Mei | 13 Mei | 61,358 | 482,728 |
| 28 | 16 Mei | 18 Mei | 61,358 | 482,728 |
| 29 | 21 Mei | 23 Mei | 61,358 | 482,728 |
| 30 | 26 Mei | 28 Mei | 61,358 | 482,728 |
| 31 | 31 Mei | 2 Juni | 61,358 | 482,728 |
| 32 | 5 Juni | 7 Juni | 61,358 | 482,728 |
| 33 | 10 Juni | 12 Juni | 61,358 | 482,728 |
| 34 | 15 Juni | 17 Juni | 61,358 | 482,728 |
| 35 | 20 Juni | 22 Juni | 61,358 | 482,728 |
| 36 | 25 Juni | 27 Juni | 61,358 | 482,728 |
| 37 | 30 Juni | 2 Juli | 61,358 | 482,728 |
| 38 | 5 Juli | 7 Juli | 61,358 | 482,728 |
| 39 | 10 Juli | 12 Juli | 61,358 | 482,728 |

| Pesanan ke | Tanggal Pemesanan | Tanggal Penerimaan | Jumlah Pemesanan (ton) | Reorder Point |
|------------|-------------------|--------------------|------------------------|---------------|
| 40 | 15 Juli | 17 Juli | 61,358 | 482,728 |
| 41 | 20 Juli | 22 Juli | 61,358 | 482,728 |
| 42 | 25 Juli | 27 Juli | 61,358 | 482,728 |
| 43 | 30 Juli | 2 Agustus | 61,358 | 482,728 |
| 44 | 4 Agustus | 6 Agustus | 61,358 | 482,728 |
| 45 | 9 Agustus | 11 Agustus | 61,358 | 482,728 |
| 46 | 14 Agustus | 16 Agustus | 61,358 | 482,728 |
| 47 | 19 Agustus | 21 Agustus | 61,358 | 482,728 |
| 48 | 24 Agustus | 26 Agustus | 61,358 | 482,728 |
| 49 | 29 Agustus | 31 Agustus | 61,358 | 482,728 |
| 50 | 3 September | 5 September | 61,358 | 482,728 |
| 51 | 8 September | 10 September | 61,358 | 482,728 |
| 52 | 13 September | 15 September | 61,358 | 482,728 |
| 53 | 18 September | 20 September | 61,358 | 482,728 |
| 54 | 23 September | 25 September | 61,358 | 482,728 |
| 55 | 28 September | 30 September | 61,358 | 482,728 |
| 56 | 3 Oktober | 5 Oktober | 61,358 | 482,728 |
| 57 | 8 Oktober | 10 Oktober | 61,358 | 482,728 |
| 58 | 13 Oktober | 15 Oktober | 61,358 | 482,728 |
| 59 | 18 Oktober | 20 Oktober | 61,358 | 482,728 |
| 60 | 23 Oktober | 25 Oktober | 61,358 | 482,728 |
| 61 | 28 Oktober | 30 Oktober | 61,358 | 482,728 |
| 62 | 3 November | 5 November | 61,358 | 482,728 |
| 63 | 8 November | 10 November | 61,358 | 482,728 |
| 64 | 13 November | 15 November | 61,358 | 482,728 |
| 65 | 18 November | 20 November | 61,358 | 482,728 |
| 66 | 23 November | 25 November | 61,358 | 482,728 |
| 67 | 28 November | 30 November | 61,358 | 482,728 |
| 68 | 3 Desember | 5 Desember | 61,358 | 482,728 |
| 69 | 8 Desember | 10 Desember | 8,159 | 482,728 |

Tabel 5.2
Hasil perhitungan Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Pasir Untuk
Jangka Waktu Pengendalian 1 Tahun

| Pesanan ke | Tanggal Pemesanan | Tanggal Penerimaan | Jumlah Pemesanan (m ³) | Reorder Point |
|------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|---------------|
| 1 | 1 Januari | 4 Januari | 1492,19 | 1399,682 |
| 2 | 6 Januari | 9 Januari | 165,914 | 1399,682 |
| 3 | 11 Januari | 14 Januari | 165,914 | 1399,682 |
| 4 | 16 Januari | 19 Januari | 165,914 | 1399,682 |
| 5 | 21 Januari | 23 Januari | 165,914 | 1399,682 |
| 6 | 26 Januari | 29 Januari | 165,914 | 1399,682 |
| 7 | 31 Januari | 3 Februari | 165,914 | 1399,682 |
| 8 | 5 Februari | 8 Februari | 165,914 | 1399,682 |
| 9 | 10 Februari | 13 Februari | 165,914 | 1399,682 |
| 10 | 15 Februari | 18 Februari | 165,914 | 1399,682 |
| 11 | 20 Februari | 23 Februari | 165,914 | 1399,682 |
| 12 | 25 Februari | 28 Februari | 165,914 | 1399,682 |
| 13 | 2 Maret | 5 Maret | 165,914 | 1399,682 |
| 14 | 8 Maret | 11 Maret | 165,914 | 1399,682 |
| 15 | 12 Maret | 15 Maret | 165,914 | 1399,682 |
| 16 | 17 Maret | 20 Maret | 165,914 | 1399,682 |
| 17 | 22 Maret | 25 Maret | 165,914 | 1399,682 |
| 18 | 27 Maret | 30 Maret | 165,914 | 1399,682 |
| 19 | 1 April | 4 April | 165,914 | 1399,682 |
| 20 | 6 April | 9 April | 165,914 | 1399,682 |
| 21 | 11 April | 14 April | 165,914 | 1399,682 |
| 22 | 16 April | 19 April | 165,914 | 1399,682 |
| 23 | 21 April | 24 April | 165,914 | 1399,682 |
| 24 | 26 April | 29 April | 165,914 | 1399,682 |
| 25 | 1 Mei | 4 Mei | 165,914 | 1399,682 |
| 26 | 6 Mei | 9 Mei | 165,914 | 1399,682 |
| 27 | 11 Mei | 14 Mei | 165,914 | 1399,682 |
| 28 | 16 Mei | 19 Mei | 165,914 | 1399,682 |
| 29 | 21 Mei | 24 Mei | 165,914 | 1399,682 |
| 30 | 26 Mei | 29 Mei | 165,914 | 1399,682 |
| 31 | 31 Mei | 3 Juni | 165,914 | 1399,682 |
| 32 | 5 Juni | 8 Juni | 165,914 | 1399,682 |
| 33 | 10 Juni | 13 Juni | 165,914 | 1399,682 |
| 34 | 15 Juni | 18 Juni | 165,914 | 1399,682 |
| 35 | 20 Juni | 23 Juni | 165,914 | 1399,682 |
| 36 | 25 Juni | 28 Juni | 165,914 | 1399,682 |
| 37 | 30 Juni | 3 Juli | 165,914 | 1399,682 |
| 38 | 5 Juli | 8 Juli | 165,914 | 1399,682 |
| 39 | 10 Juli | 13 Juli | 165,914 | 1399,682 |

| Pesanan ke | Tanggal Pemesanan | Tanggal Penerimaan | Jumlah Pemesanan (m ³) | Reorder Point |
|------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|---------------|
| 40 | 15 Juli | 18 Juli | 165,914 | 1399,682 |
| 41 | 20 Juli | 23 Juli | 165,914 | 1399,682 |
| 42 | 25 Juli | 28 Juli | 165,914 | 1399,682 |
| 43 | 30 Juli | 3 Agustus | 165,914 | 1399,682 |
| 44 | 4 Agustus | 7 Agustus | 165,914 | 1399,682 |
| 45 | 9 Agustus | 12 Agustus | 165,914 | 1399,682 |
| 46 | 14 Agustus | 17 Agustus | 165,914 | 1399,682 |
| 47 | 19 Agustus | 22 Agustus | 165,914 | 1399,682 |
| 48 | 24 Agustus | 27 Agustus | 165,914 | 1399,682 |
| 49 | 29 Agustus | 32 Agustus | 165,914 | 1399,682 |
| 50 | 3 September | 6 September | 165,914 | 1399,682 |
| 51 | 8 September | 11 September | 165,914 | 1399,682 |
| 52 | 13 September | 16 September | 165,914 | 1399,682 |
| 53 | 18 September | 21 September | 165,914 | 1399,682 |
| 54 | 23 September | 26 September | 165,914 | 1399,682 |
| 55 | 28 September | 31 September | 165,914 | 1399,682 |
| 56 | 3 Oktober | 6 Oktober | 165,914 | 1399,682 |
| 57 | 8 Oktober | 11 Oktober | 165,914 | 1399,682 |
| 58 | 13 Oktober | 16 Oktober | 165,914 | 1399,682 |
| 59 | 18 Oktober | 21 Oktober | 165,914 | 1399,682 |
| 60 | 23 Oktober | 26 Oktober | 165,914 | 1399,682 |
| 61 | 28 Oktober | 31 Oktober | 165,914 | 1399,682 |
| 62 | 3 November | 6 November | 165,914 | 1399,682 |
| 63 | 8 November | 11 November | 165,914 | 1399,682 |
| 64 | 13 November | 16 November | 165,914 | 1399,682 |
| 65 | 18 November | 21 November | 165,914 | 1399,682 |
| 66 | 23 November | 26 November | 165,914 | 1399,682 |
| 67 | 28 November | 31 November | 165,914 | 1399,682 |
| 68 | 3 Desember | 6 Desember | 165,914 | 1399,682 |
| 69 | 8 Desember | 11 Desember | 165,914 | 1399,682 |
| 70 | 13 Desember | 16 Desember | 165,914 | 1399,682 |
| 71 | 18 Desember | 21 Desember | 165,914 | 1399,682 |
| 72 | 23 Desember | 26 Desember | 107,014 | 1399,682 |

Tabel 5.3
Hasil perhitungan Perencanaan Pengendalian Persediaan Material Split Untuk
Jangka Waktu Pengendalian 1 Tahun

| Pesanan ke | Tanggal Pemesanan | Tanggal Penerimaan | Jumlah Pemesanan (m ³) | Reorder Point |
|------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|---------------|
| 1 | 1 Januari | 4 Januari | 1492,19 | 919,905 |
| 2 | 5 Januari | 9 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 3 | 10 Januari | 13 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 4 | 14 Januari | 17 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 5 | 18 Januari | 21 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 6 | 24 Januari | 27 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 7 | 28 Januari | 1 Februari | 82,246 | 919,905 |
| 8 | 2 Februari | 5 Februari | 82,246 | 919,905 |
| 9 | 6 Februari | 9 Februari | 82,246 | 919,905 |
| 10 | 10 Februari | 13 Februari | 82,246 | 919,905 |
| 11 | 14 Februari | 17 Februari | 82,246 | 919,905 |
| 12 | 18 Februari | 21 Februari | 82,246 | 919,905 |
| 13 | 22 Februari | 25 Februari | 82,246 | 919,905 |
| 14 | 24 Februari | 27 Februari | 82,246 | 919,905 |
| 15 | 28 Februari | 3 Maret | 82,246 | 919,905 |
| 16 | 4 Maret | 7 Maret | 82,246 | 919,905 |
| 17 | 8 Maret | 11 Maret | 82,246 | 919,905 |
| 18 | 12 Maret | 15 Maret | 82,246 | 919,905 |
| 19 | 18 Maret | 21 Maret | 82,246 | 919,905 |
| 20 | 22 Maret | 25 Maret | 82,246 | 919,905 |
| 21 | 26 Maret | 29 Maret | 82,246 | 919,905 |
| 22 | 30 Maret | 2 April | 82,246 | 919,905 |
| 23 | 3 April | 6 April | 82,246 | 919,905 |
| 24 | 7 April | 10 April | 82,246 | 919,905 |
| 25 | 11 April | 14 April | 82,246 | 919,905 |
| 26 | 15 April | 19 April | 82,246 | 919,905 |
| 27 | 19 April | 22 April | 82,246 | 919,905 |
| 28 | 23 April | 26 April | 82,246 | 919,905 |
| 29 | 27 April | 30 April | 82,246 | 919,905 |
| 30 | 31 April | 3 Mei | 82,246 | 919,905 |
| 31 | 4 Mei | 7 Mei | 82,246 | 919,905 |
| 32 | 8 Mei | 11 Mei | 82,246 | 919,905 |
| 33 | 12 Mei | 15 Mei | 82,246 | 919,905 |
| 34 | 16 Mei | 19 Mei | 82,246 | 919,905 |
| 35 | 20 Mei | 23 Mei | 82,246 | 919,905 |
| 36 | 24 Mei | 27 Mei | 82,246 | 919,905 |
| 37 | 28 Mei | 31 Mei | 82,246 | 919,905 |
| 38 | 1 Juni | 4 Juni | 82,246 | 919,905 |
| 39 | 4 Juni | 7 Juni | 82,246 | 919,905 |

| Pesanan ke | Tanggal Pemesanan | Tanggal Penerimaan | Jumlah Pemesanan (m ³) | Reorder Point |
|------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|---------------|
| 40 | 8 Juni | 11 Juni | 82,246 | 919,905 |
| 41 | 12 Juni | 15 Juni | 82,246 | 919,905 |
| 42 | 16 Juni | 19 Juni | 82,246 | 919,905 |
| 43 | 20 Juni | 23 Juni | 82,246 | 919,905 |
| 44 | 24 Juni | 27 Juni | 82,246 | 919,905 |
| 45 | 28 Juni | 1 Juli | 82,246 | 919,905 |
| 46 | 2 Juli | 5 Juli | 82,246 | 919,905 |
| 47 | 6 Juli | 9 Juli | 82,246 | 919,905 |
| 48 | 10 Juli | 13 Juli | 82,246 | 919,905 |
| 49 | 14 Juli | 17 Juli | 82,246 | 919,905 |
| 50 | 18 Juli | 21 Juli | 82,246 | 919,905 |
| 51 | 22 Juli | 25 Juli | 82,246 | 919,905 |
| 52 | 26 Juli | 29 Juli | 82,246 | 919,905 |
| 53 | 30 Juli | 2 Agustus | 82,246 | 919,905 |
| 54 | 3 Agustus | 6 Agustus | 82,246 | 919,905 |
| 55 | 7 Agustus | 10 Agustus | 82,246 | 919,905 |
| 56 | 11 Agustus | 14 Agustus | 82,246 | 919,905 |
| 57 | 15 Agustus | 18 Agustus | 82,246 | 919,905 |
| 58 | 19 Agustus | 22 Agustus | 82,246 | 919,905 |
| 59 | 23 Agustus | 26 Agustus | 82,246 | 919,905 |
| 60 | 27 Agustus | 30 Agustus | 82,246 | 919,905 |
| 61 | 31 Agustus | 3 September | 82,246 | 919,905 |
| 62 | 4 September | 7 September | 82,246 | 919,905 |
| 63 | 8 September | 11 September | 82,246 | 919,905 |
| 64 | 12 September | 15 September | 82,246 | 919,905 |
| 65 | 16 September | 19 September | 82,246 | 919,905 |
| 66 | 20 September | 23 September | 82,246 | 919,905 |
| 67 | 24 September | 27 September | 82,246 | 919,905 |
| 68 | 28 September | 31 September | 82,246 | 919,905 |
| 69 | 1 Oktober | 4 Oktober | 82,246 | 919,905 |
| 70 | 5 Oktober | 7 Oktober | 82,246 | 919,905 |
| 71 | 9 Oktober | 12 Oktober | 82,246 | 919,905 |
| 72 | 13 Oktober | 16 Oktober | 82,246 | 919,905 |
| 73 | 17 Oktober | 20 Oktober | 82,246 | 919,905 |
| 74 | 21 Oktober | 24 Oktober | 82,246 | 919,905 |
| 75 | 25 Oktober | 28 Oktober | 82,246 | 919,905 |
| 76 | 29 Oktober | 1 November | 82,246 | 919,905 |
| 77 | 2 November | 5 November | 82,246 | 919,905 |
| 78 | 6 November | 9 November | 82,246 | 919,905 |
| 79 | 10 November | 13 November | 82,246 | 919,905 |
| 80 | 14 November | 17 November | 82,246 | 919,905 |
| 81 | 18 November | 21 November | 82,246 | 919,905 |

| Pesanan ke | Tanggal Pemesanan | Tanggal Penerimaan | Jumlah Pemesanan (m ³) | Reorder Point |
|------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|---------------|
| 82 | 22 November | 25 November | 82,246 | 919,905 |
| 83 | 26 November | 29 November | 82,246 | 919,905 |
| 84 | 30 November | 3 Desember | 82,246 | 919,905 |
| 85 | 4 Desember | 7 Desember | 82,246 | 919,905 |
| 86 | 8 Desember | 11 Desember | 82,246 | 919,905 |
| 87 | 12 Desember | 15 Desember | 82,246 | 919,905 |
| 88 | 16 Desember | 19 Desember | 82,246 | 919,905 |
| 89 | 20 Desember | 23 Desember | 82,246 | 919,905 |
| 90 | 24 Desember | 27 Desember | 82,246 | 919,905 |
| 91 | 28 Desember | 31 Desember | 82,246 | 919,905 |
| 92 | 1 Januari | 4 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 93 | 5 Januari | 8 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 94 | 9 Januari | 12 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 95 | 13 Januari | 16 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 96 | 17 Januari | 20 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 97 | 21 Januari | 24 Januari | 82,246 | 919,905 |
| 98 | 25 Januari | 28 Januari | 82,246 | 919,905 |

BAB VI

PEMBAHASAN

Dari perhitungan persediaan dengan menggunakan metode *EOQ* (*Economic Order Quantity*), maka diperoleh jumlah pemesanan ekonomis (Y optimum), jumlah cadangan penyangga, titik pemesanan kembali dan siklus pemesanan untuk material semen, pasir, split yang dapat meminimumkan total biaya persediaan untuk tiap tahunnya. Untuk membuktikan apakah jumlah pesanan optimum yang diperoleh dari perhitungan tersebut benar-benar optimum maka diperlukan pengujian dengan mencoba alternatif jumlah pemesanan dan siklus pemesanan yang lain. Dalam pengujian ini dicari besarnya total biaya persediaan untuk tiap alternatif jumlah pemesanan dan siklus pemesanan tersebut. Jumlah pemesanan dikatakan optimum apabila dapat meminimkan total biaya persediaan. Berdasarkan hasil perhitungan total biaya persediaan dari berbagai alternatif untuk material semen, pasir dan split, maka dapat disusun pembahasan sebagai berikut:

Tabel 6.1 Hasil Perhitungan Untuk Masing-masing Material

| No | Material | Cadangan Penyangga | Jml.Pesanan Optimum | Reorder Point | Gudang Maksimum | Siklus Pesanan (kali) |
|----|-----------------|--------------------|---------------------|---------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | Semen (ton) | 456,625 | 61,358 | 482,728 | memenuhi | 222 |
| 2 | Pasir (m^3) | 1326,275 | 165,914 | 1399,682 | 1500 | 231 |
| 3 | Split (m^3) | 870,300 | 82,246 | 919,905 | 1000 | 315 |

5.1 Material Semen

Hasil total perhitungan biaya persediaan untuk material semen dari berbagai alternatif dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6.2 Total Biaya Persediaan Material Semen Dalam Berbagai Alternatif

| No | Alter-natif | Siklus Pemesanan (kali) | Jumlah Pemesanan (ton) | Total Biaya Pemesanan (TOC) (Rp) | Total Biaya Penyimpanan (TCC) (Rp) | Total Biaya Persediaan (Rp) (TC)= TOC+TCC |
|----|-------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | 1 | 24 | 176 | 1.200.000,00 | 10.974.283,00 | 12.147.283,00 |
| 2 | 2 | 30 | 141 | 1.500.000,00 | 8.779.428,00 | 10.279.496,00 |
| 3 | 3 | 60 | 70 | 3.000.000,00 | 4.389.713,00 | 7.389.713,00 |
| 4 | 4 | 89 | 61 | 3.456.650,00 | 3.809.798,00 | 7.266.448,00 |
| 5 | 5 | 108 | 35 | 5.400.000,00 | 2.194.795,00 | 7.838.729,00 |
| 6 | 6 | 120 | 35 | 6.000.000,00 | 2.194.795,00 | 8.194.856,00 |
| 7 | 7 | 140 | 30 | 7.000.000,00 | 1.884.297,00 | 8.881.305,00 |

Pada hasil perhitungan alternatif 1 (*ekstrim*) perusahaan melakukan pemesanan material semen dua kali dalam satu bulan sehingga untuk satu tahun perusahaan melakukan pemesanan sebanyak 24 kali dengan jumlah pemesanan sebesar 176 ton untuk tiap kali pesan, berarti perusahaan melakukan pemesanan material semen dalam jumlah yang besar dengan frekwensi pemesanan yang kecil. Hal ini menyebabkan biaya pemesanan kecil dan sebaliknya akan menyebabkan biaya penyimpanan sangat besar karena jumlah persediaan rata-rata besar. Disamping itu untuk melakukan pembelian dalam jumlah yang besar, perusahaan harus mengeluarkan biaya pembelian yang sangat besar pula dan keadaan ini dapat memungkinkan perusahaan untuk meminjam modal kepada bank. Bila hal ini terjadi maka bunga atas modal yang ditanam dalam bentuk persediaan akan menambah jumlah total biaya persediaan. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa total biaya persediaan yang dihasilkan pada persediaan alternatif 1 jauh lebih besar daripada total biaya persediaan pada altermatif 4. Hal ini menunjukkan bahwa

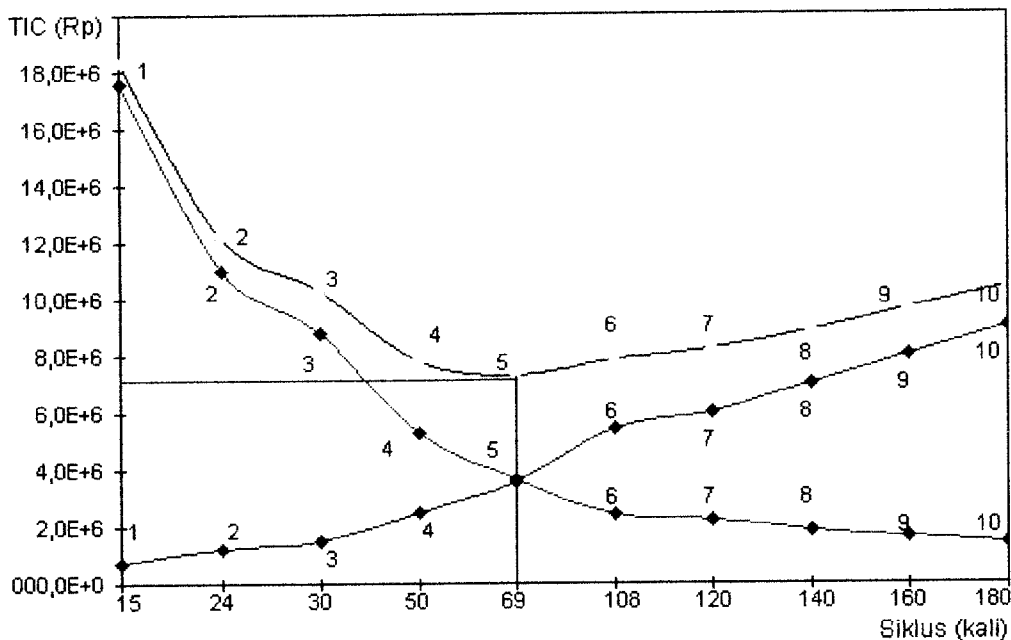
pemesanan material semen dalam jumlah yang sangat besar belum tentu akan menghasilkan total persediaan yang minimum.

Untuk alternatif 2,3,5,6 dan 7 penentuan siklus pemesanan pada alternatif 4, alternatif 2 dan 3 siklus pemesanannya ditentukan dengan menurunkan jumlah rata-rata siklus pemesanan tiap bulan dari alternatif 4. Apabila siklus pemesanan semakin kecil akan menyebabkan jumlah pemesanan untuk setiap kali pesan menjadi semakin besar, hal ini akan memperbesar biaya penyimpanan dan sebaliknya akan memperkecil biaya pemesanannya. Biaya penyimpanan akan semakin besar karena rata-rata persediaan menjadi lebih banyak dan biaya pemesanan menjadi lebih kecil karena frekwensi pemesanan berkurang. Dari hasil perhitungan juga menunjukkan total biaya persediaan yang dihasilkan alternatif 2 dan 3 lebih besar dari total biaya persediaan alternatif 4.

Untuk alternatif 5, 6 dan 7 penentuan siklus pemesanan dengan menaikkan jumlah rata-rata siklus pemesanan tiap bulan pada alternatif 4 . Apabila siklus pemesanan makin besar akan menyebabkan jumlah pemesanan untuk setiap kali pesan menjadi makin kecil, hal ini akan memperkecil biaya penyimpanan dan sebaliknya akan memperbesar biaya pemesanannya. Biaya pemesanan semakin kecil karena karena rata-rata persediaan menjadi lebih sedikit dan biaya pemesanan semakin besar karena frekuensi pemesanan bertambah. Dari hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa total biaya persediaan yang dihasilkan alternatif 5, 6 dan 7 lebih besar dari total biaya persediaan pada alternatif 4.

Berdasarkan total biaya persediaan dari ketujuh alternatif tersebut menunjukkan bahwa jumlah pemesanan semen pada alternatif 4 adalah jumlah pemesanan optimum karena total biaya persediaan yang dihasilkan minimum. Untuk lebih membuktikan bahwa jumlah pemesanan material semen pada alternatif 4

adalah optimum dapat dilihat pada grafik sediaan pada gambar 6.1a dan 6.1b. Pada grafik tersebut tidak hanya 7 alternatif untuk pengujiaannya. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa koordinat alternatif 4 (titik 5) terletak pada titik minimumnya.



Keterangan :

- Total biaya persediaan
- Biaya pemesanan
- Biaya penyimpanan

Grafik 6.1a Grafik Fungsi Tingkat Sediaan Material Semen Berdasarkan Siklus Pemesanan

| No | Jumlah Pesanan (ton) | Siklus (kali) | Biaya Pemesanan(TOC) (Rp) | Biaya Penyimpanan(TCC) (Rp) | Total Biaya Persediaan (Rp) (TIC)= TOC+TCC |
|----|----------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 281 | 15 | 750.000,00 | 17.558.853,00 | 18.308.853,00 |
| 2 | 176 | 24 | 1.200.000,00 | 10.974.283,00 | 12.174.283,00 |
| 3 | 141 | 30 | 1.500.000,00 | 8.779.426,00 | 10.279.426,00 |
| 4 | 84 | 50 | 2.500.000,00 | 5.267.655,00 | 7.767.655,00 |
| 5 | 59 | 69 | 3.606.850,00 | 3.651.349,00 | 7.257.999,00 |
| 6 | 39 | 108 | 5.400.000,00 | 2.438.729,00 | 7.838.729,00 |
| 7 | 35 | 120 | 6.000.000,00 | 2.194.856,00 | 8.194.856,00 |
| 8 | 30 | 140 | 7.000.000,00 | 1.881.305,00 | 8.881.305,00 |
| 9 | 26 | 160 | 8.000.000,00 | 1.646.142,00 | 9.646.142,00 |
| 10 | 23 | 180 | 9.000.000,00 | 1.463.237,00 | 10.463.237,00 |

6.2. Material Pasir

Hasil perhitungan total biaya persediaan material pasir dari berbagai alternatif dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 6.3 Total Biaya Persediaan Material Pasir Dalam Berbagai Alternatif

| No | Alter-natif | Siklus Pemesanan (kali) | Jumlah Pemesanan (m^3) | Total Blaya Pemesanan (TOC) (Rp) | Total Blaya Penyimpanan (TCC) (Rp) | Total Blaya Persediaan (Rp) (TIC)= TOC+TCC |
|----|-------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | 1 | 20 | 582 | 200.000,00 | 2.845.315,00 | 3.045.172,00 |
| 2 | 2 | 40 | 291 | 400.000,00 | 1.424.371,00 | 1.822.586,00 |
| 3 | 3 | 60 | 166 | 700.000,00 | 812.904,00 | 1.512.906,00 |
| 4 | 4 | 71 | 148 | 784.300,00 | 716.450,00 | 1.510.691,00 |
| 5 | 5 | 85 | 137 | 850.000,00 | 669.451,00 | 1.519.452,00 |
| 6 | 6 | 90 | 129 | 900.000,00 | 632.256,00 | 1.5320280,00 |
| 7 | 7 | 120 | 97 | 1.200.000,00 | 474.192,00 | 1.674.195,00 |

Pada hasil perhitungan alternatif 1 (ekstrim) perusahaan melakukan pemesanan material pasir 20 dalam satu tahun, dengan jumlah pemesanan sebesar $582 m^3$ untuk tiap kali pesan, berarti perusahaan melakukan pemesanan material pasir dalam jumlah yang besar dengan frekwensi pemesanan yang kecil. Hal ini menyebabkan biaya pemesanan kecil dan sebaliknya akan menyebabkan biaya penyimpanan sangat besar karena jumlah persediaan rata-rata besar. Sehingga dengan kapasitas tempat penyimpanan maksimum $1500 m^3$, jumlah persediaan rata-rata ditambah cadangan penyangga tidak akan mampu tertampung didalam gudang. Disamping itu untuk melakukan pembelian dalam jumlah yang besar, perusahaan harus mengeluarkan biaya pembelian yang sangat besar pula dan keadaan ini dapat memungkinkan perusahaan untuk meminjam modal kepada bank. Bila hal ini terjadi maka bunga atas modal yang ditanam dalam bentuk persediaan akan menambah jumlah total biaya persediaan. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa total biaya persediaan yang dihasilkan pada persediaan alternatif 1 jauh lebih besar

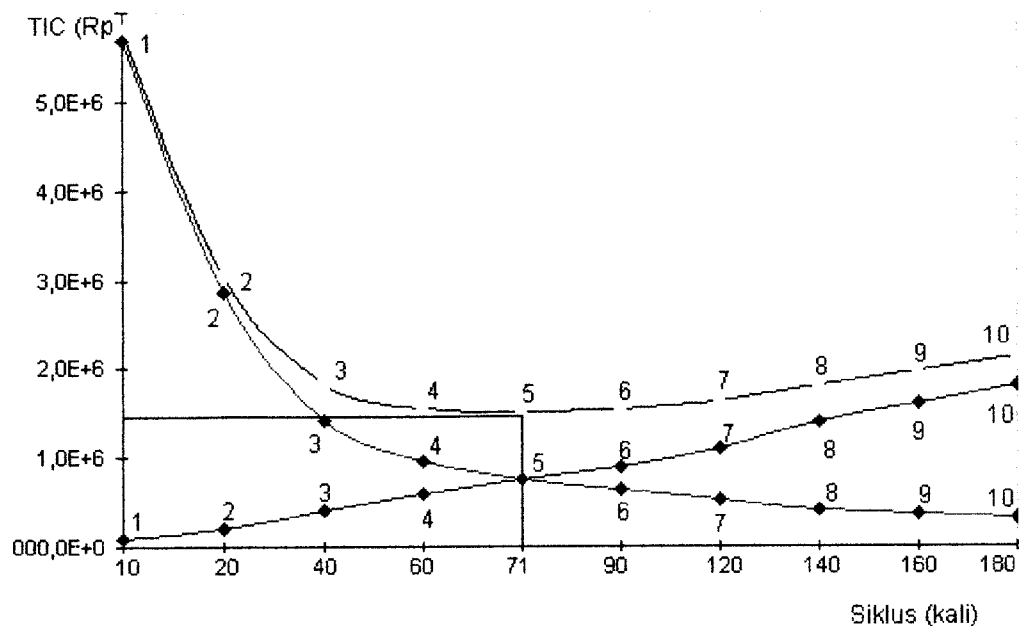
daripada total biaya persediaan pada alternatif 4. Hal ini menunjukkan bahwa pemesanan material pasir dalam jumlah yang sangat besar belum tentu akan menghasilkan total persediaan yang minimum.

Untuk alternatif 2,3,5,6 dan 7 penentuan siklus pemesanan pada alternatif 4, alternatif 2 dan 3 siklus pemesanannya ditentukan dengan menurunkan jumlah rata-rata siklus pemesanan tiap bulan dari alternatif 4. Apabila siklus pemesanan semakin kecil akan menyebabkan jumlah pemesanan untuk setiap kali pesan menjadi semakin besar, hal ini akan memperbesar biaya penyimpanan dan sebaliknya akan memperkecil biaya pemesanannya. Biaya penyimpanan akan semakin besar karena rata-rata persediaan menjadi lebih banyak dan biaya pemesanan menjadi lebih kecil karena frekwensi pemesanan berkurang. Dari hasil perhitungan juga menunjukkan jumlah persediaan rata-rata ditambah cadangan penyangga masih melebihi jumlah maksimum dari tempat penyimpanan yang tersedia dan total biaya persediaan yang dihasilkan alternatif 2 dan 3 lebih besar dari total biaya persediaan alternatif 4.

Untuk alternatif 5, 6 dan 7 penentuan siklus pemesanan dengan menaikkan jumlah rata-rata siklus pemesanan tiap bulan pada alternatif 4. Apabila siklus pemesanan semakin besar akan menyebabkan jumlah pemesanan untuk setiap kali pesan menjadi semakin kecil, hal ini akan memperkecil biaya penyimpanan dan sebaliknya akan memperbesar biaya pemesanannya. Biaya pemesanan semakin kecil karena rata-rata persediaan menjadi lebih sedikit dan biaya pemesanan semakin besar karena frekuensi pemesanan bertambah. Dari hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa total biaya persediaan yang dihasilkan alternatif 5, 6 dan 7 lebih besar dari total biaya persediaan pada alternatif 4.

Berdasarkan total biaya persediaan dari ketujuh alternatif tersebut menunjukkan bahwa jumlah pemesanan pasir pada alternatif 4 adalah jumlah

pemesanan optimum karena total biaya persediaan yang dihasilkan minimum. Untuk lebih membuktikan bahwa jumlah pemesanan material pasir pada alternatif 4 adalah optimum dapat dilihat pada grafik sediaan pada gambar 6.1a dan 6.1b. Pada grafik tersebut tidak hanya 7 alternatif untuk pengujiaannya. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa koordinat alternatif 4 (titik 5) terletak pada titik minimumnya.



Keterangan :

- Total biaya persediaan
- Biaya pemesanan
- Biaya penyimpanan

Grafik 6.1b Grafik Fungsi Tingkat Sediaan Material Pasir Berdasarkan Siklus Pemesanan

| No | Jumlah Pesanan (m ³) | Siklus (kali) | Biaya Pemesanan(TOC) (Rp) | Biaya Penyimpanan(TCC) (Rp) | Total Biaya Persediaan (Rp) (TIC)= TOC+TCC |
|----|----------------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 1185 | 10 | 5.690.345,00 | 100.000,00 | 5.790.345,00 |
| 2 | 593 | 20 | 2.845.172,00 | 200.000,00 | 3.045.172,00 |
| 3 | 296 | 40 | 1.422.586,00 | 400.000,00 | 1.822.586,00 |
| 4 | 198 | 60 | 948.390,00 | 600.000,00 | 1.548.390,00 |
| 5 | 165 | 71 | 762.321,00 | 746.450,00 | 1.508.771,00 |
| 6 | 132 | 90 | 632.260,00 | 900.000,00 | 1.532.260,00 |
| 7 | 99 | 120 | 474.195,00 | 1.200.000,00 | 1.674.195,00 |
| 8 | 85 | 140 | 406.453,00 | 1.400.000,00 | 1.806.453,00 |
| 9 | 74 | 160 | 355.646,00 | 1.600.000,00 | 1.955.646,00 |
| 10 | 66 | 180 | 316.130,00 | 1.800.000,00 | 2.116.130,00 |

6.3. Material Split

Hasil perhitungan total biaya persediaan untuk material split dari berbagai alternatif dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6.4 Total Biaya Persediaan Material Split Dalam Berbagai Alternatif

| No | Alter-natif | Siklus Pemesanan (kali) | Jumlah Pemesanan (m^3) | Total Biaya Pemesanan (TOC) (Rp) | Total Biaya Penyimpanan (TCC) (Rp) | Total Biaya Persediaan (Rp) (TIC)= TOC+TCC |
|----|-------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | 1 | 25 | 317 | 250.000,00 | 4.246.704,00 | 4.496.704,00 |
| 2 | 2 | 50 | 158 | 500.000,00 | 2.123.352,00 | 2.623.352,00 |
| 3 | 3 | 90 | 83 | 950.000,00 | 1.117.551,00 | 2.067.553,00 |
| 4 | 4 | 98 | 73 | 1.077.000,00 | 979.830,00 | 2.063.360,00 |
| 5 | 5 | 120 | 66 | 1.200.000,00 | 884.730,00 | 2.084.730,00 |
| 6 | 6 | 150 | 53 | 1.500.000,00 | 839.784,00 | 2.207.784,00 |
| 7 | 7 | 170 | 47 | 1.700.000,00 | 641.031,00 | 2.324.515,00 |

Pada hasil perhitungan alternatif 1 (ekstrim), perusahaan melakukan pemesanan material split dalam satu tahun sebanyak 25 kali dengan jumlah pemesanan sebesar $317 m^3$ untuk setiap kali pesan, berarti perusahaan melakukan pemesanan material split dalam jumlah yang besar dengan frekuensi pemesanan yang kecil. Hal ini menyebabkan biaya pemesanan kecil dan sebaliknya akan menyebabkan biaya penyimpanan sangat besar karena jumlah persediaan rata-rata besar. Sehingga dengan kapasitas tempat penyimpanan maksimum $1000 m^3$, jumlah persediaan rata-rata ditambah cadangan penyangga tidak akan mampu tertampung didalam gudang. Disamping itu untuk melakukan pembelian dalam jumlah yang besar, perusahaan harus mengeluarkan biaya pembelian yang sangat besar pula dan keadaan ini memungkinkan perusahaan untuk meminjam modal pada bank. Bila hal ini terjadi maka bunga atas modal yang ditanam dalam bentuk persediaan akan menambah jumlah total biaya persediaan. Dari hasil perhitungan menunjukkan

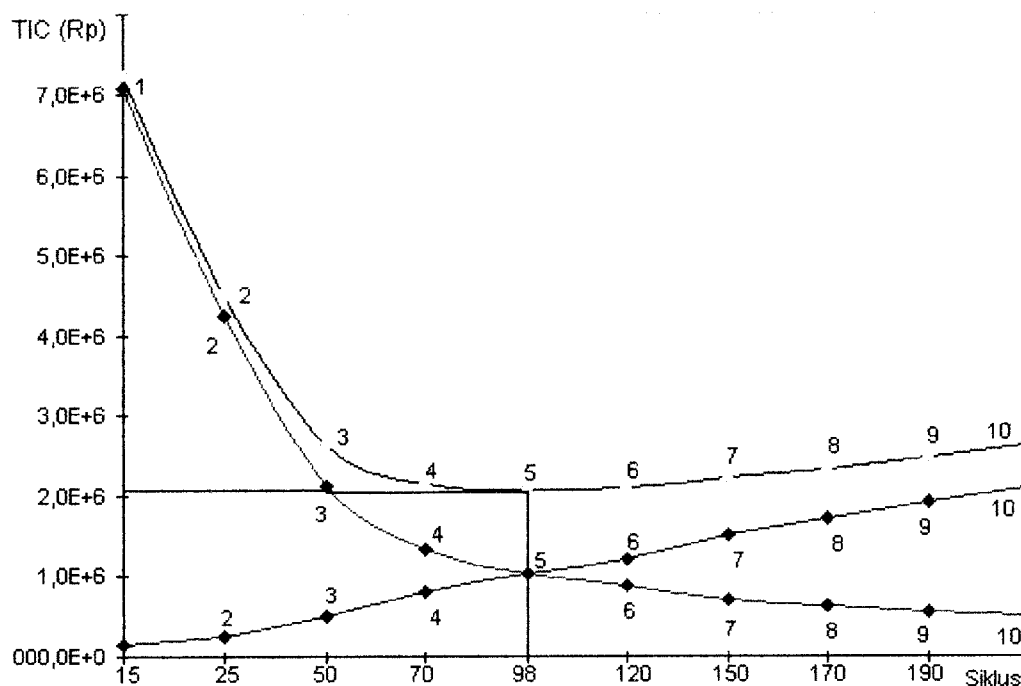
bahwa total biaya persediaan yang dihasilkan pada alternatif 1 jauh lebih besar daripada total biaya persediaan pada alternatif 4. Hal ini menunjukkan bahwa pemesanan material split dalam jumlah yang sangat besar belum tentu akan menghasilkan total biaya persediaan yang minimum.

Untuk alternatif 2, 3, 5, 6 dan 7 penentuan siklus pemesanan material split berdasarkan siklus pemesanan pada alternatif 4. Alternatif 2 dan 3 siklus pemesanannya ditentukan dengan menurunkan jumlah rata-rata siklus pemesanan tiap bulan dari alternatif 4. Apabila siklus pemesanan makin kecil akan mengakibatkan jumlah pemesanan untuk tiap kali pesan menjadi makin besar, hal ini akan memperbesar biaya penyimpanan dan sebaliknya akan memperkecil biaya pemesanannya. Biaya penyimpanan semakin besar karena rata-rata persediaan menjadi lebih banyak dan biaya pemesanan semakin kecil karena frekuensi pemesanan berkurang. Dari hasil perhitungan juga menunjukkan jumlah persediaan rata-rata ditambah cadangan penyangga masih melebihi jumlah maksimum dari tempat penyimpanan yang tersedia dan total biaya persediaan yang dihasilkan alternatif 2 dan 3 lebih besar dari total biaya persediaan alternatif 4.

Untuk alternatif 5, 6 dan 7 penentuan siklus pemesanan dengan menaikkan jumlah rata-rata siklus pemesanan tiap bulan pada alternatif 4. Apabila siklus pemesanan makin besar akan menyebabkan jumlah pemesanan untuk tiap kali pesan menjadi makin kecil, hal ini akan memperkecil biaya penyimpanan dan sebaliknya akan memperbesar biaya penyimpanannya. Biaya penyimpanan semakin kecil karena rata-rata persediaan menjadi lebih sedikit dan biaya pemesanan semakin besar karena frekuensi pemesanan bertambah. Dari hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa total biaya persediaan yang dihasilkan alternatif 5, 6 dan 7 lebih besar dari total biaya persediaan pada alternatif 4

Berdasarkan total biaya persediaan dari ketujuh alternatif tersebut menunjukkan bahwa jumlah pemesanan split menunjukkan bahwa jumlah pemesanan split pada alternatif 4 adalah jumlah pemesanan optimum karena total biaya persediaan yang dihasilkan minimum. Untuk lebih membuktikan bahwa jumlah pemesanan material split pada alternatif 4 adalah optimum dapat dilihat pada grafik persediaan pada gambar 6.1a dan 6.1b. Pada grafik tersebut tidak hanya tujuh alternatif saja tetapi ada 10 alternatif untuk pengujiannya. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa koordinat alternatif 4 (titik 5) terletak pada titik minimumnya.

Sistem persediaan hasil analisis sangat berbeda dengan sistem persediaan dalam praktek pada Jaya Ready Mix. Dalam praktik tidak ada perencanaan sistem pengendalian persediaan material. Jumlah persediaan, jumlah pemesanan dan beberapa kali harus dilakukan pemesanan tidak terencana. Jaya Ready Mix lebih cenderung memenuhi kebutuhan persediaan material dalam jumlah yang berlebih, jangan sampai terjadi kekurangan material. Sampai saat ini Jaya Ready Mix tidak memperhitungkan akibat dari penimbunan persediaan material yang berlebihan tersebut yaitu akan dapat menimbulkan besarnya biaya penyimpanan yang nantinya sangat mempengaruhi total biaya persediaan dan disamping itu juga dapat menurunkan kualitas material apalagi untuk tempat penyimpanan material pasir dan split hanya ditimbun pada lahan terbuka saja, sehingga sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca. Sedangkan hasil analisis ini adalah menyusun suatu perencanaan pengendalian persediaan sehingga dalam persediaan tidak terjadi *overstock* material ataupun *understock*. Untuk setiap pemesanan material terencana baik waktu pemesanannya dan berapa kali pemesanan harus dilakukan sehingga total biaya persediaan material dapat minimum.



Keterangan :

- Total biaya persediaan
- Biaya pemesanan
- Biaya penyimpanan

Grafik 6.1c Grafik Fungsi Tingkat Sediaan Material Split Berdasarkan Siklus Pemesanan

| No | Jumlah Pesanan (m ³) | Siklus (kali) | Biaya Pemesanan(TOC) (Rp) | Biaya Penyimpanan(TCC) (Rp) | Total Biaya Persediaan (Rp) (TIC)= TOC+TCC |
|----|----------------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 536 | 15 | 150.000,00 | 7.077.840,00 | 7.227.840,00 |
| 2 | 322 | 25 | 250.000,00 | 4.246.704,00 | 4.496.704,00 |
| 3 | 161 | 50 | 500.000,00 | 2.123.352,00 | 2.623.352,00 |
| 4 | 115 | 70 | 700.000,00 | 1.516.680,00 | 2.216.680,00 |
| 5 | 82 | 98 | 1.019.830,00 | 1.041.032,00 | 2.060.862,00 |
| 6 | 67 | 120 | 1.200.000,00 | 884.730,00 | 2.084.730,00 |
| 7 | 54 | 150 | 1.500.000,00 | 707.784,00 | 2.207.784,00 |
| 8 | 47 | 170 | 1.700.000,00 | 624.515,00 | 2.324.515,00 |
| 9 | 42 | 190 | 1.900.000,00 | 558.776,00 | 2.458.776,00 |
| 10 | 38 | 210 | 2.100.000,00 | 505.560,00 | 2.605.560,00 |

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasar analisis dan pembahasan model yang kami susun, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Model Jumlah Pesanan Ekonomi (*Economic Order Quantity*) layak untuk diterapkan dalam menentukan jumlah persediaan optimum pada industri *ready mix*.
2. Dalam studi kasus pada PT. Jaya Ready Mix Yogyakarta dengan menerapkan model EOQ (*Economic Order Quantity*) didapatkan :
 - a. Jumlah pesanan optimum untuk material semen adalah 61,358 ton dengan siklus pemesanan sebanyak 69 kali dalam satu tahun.
 - b. Jumlah pesanan optimum untuk material split adalah 82,247 m³ dengan siklus pemesanan sebanyak 98 kali dalam satu tahun.
 - c. Jumlah pesanan optimum untuk material pasir adalah 165,914 m³ dengan siklus pemesanan sebanyak 71 kali dalam satu tahun.
 - d. Kapasitas gudang yang tersedia pada PT. Jaya Ready Mix Yogyakarta hanya mampu memberikan tingkat layanan (*service level*) 80 %.
2. Jumlah pesanan optimal dikatakan optimum apabila dapat meminimumkan total biaya persediaan, dimana total biaya persediaan adalah merupakan jumlah antara total biaya pemesanan dan total biaya penyimpanan material.

3. Pemesanan dalam jumlah yang besar belum tentu akan menghasilkan total biaya persediaan yang minimum karena walaupun biaya pemesanan menjadi kecil tetapi akan mengakibatkan biaya penyimpanan persediaan menjadi sangat besar akibat dari bunga atas modal yang ditanam dalam bentuk persediaan.
4. Biaya penyimpanan akan semakin besar apabila kuantitas material yang dibeli semakin besar sehingga rata-rata persediaan tinggi.
5. Cadangan penyangga diperlukan untuk mengatasi ketidakpastian permintaan dan dan waktu tunggu (*lead time*) yaitu waktu antara pemesanan sampai tiba di gudang.

7.2. Saran

1. Dikarenakan masalah manajemen persediaan material dalam industri beton *ready mix* sangat penting, maka sebaiknya pihak perusahaan dalam merencanakan dan mengendalikan material menggunakan metode yang sistematis agar material tidak *overstock* dan *understock*.
2. Jumlah pemesanan yang optimal dalam setiap pemesanan dan pemesanan ulang hendaknya menjadi salah satu variabel yang dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas gudang agar dapat meningkatkan tingkat layanan terhadap proses produksi.
3. Metode Economic Order Quantity adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menetapkan jumlah persediaan optimal pada kasus ini. Sehingga perlu kiranya dicoba metode lain untuk menentukan jumlah persediaan optimal.
4. Pada studi kasus ini mengambil obyek PT. Jaya ready mix Yogyakarta, karena banyak kasus-kasus lain yang membutuhkan suatu manajemen persediaan material maka metode EOQ perlu dicoba pada kasus lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari ,Agus, 1977, **EFESIENSI PERSEDIAAN BAHAN**, Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Ahyari, Agus, 1986, **PENGENDALIAN PRODUKSI** , Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada Yogyakarta
- Alfredo, HS. Wilson H.,1987, **KONSEP-KONSEP PROBABILITAS DALAM PERENCANAAN DAN PERANCANGAN**, Penerjemah Hariandja Erlangga, Jakarta.
- Agustina, Noeri, 1998, **LAPORAN KERJA PRAKTIK PADA PT. JAYA READY MIX** , Teknik Industri ,Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Biegel Jonh E., 1974, **PRODUCTION CONTROL**, Second edition prentice hall of india, Priveted Limited, New Delhi.
- Blockostone, Forbarty, Hofman., 1974, **PRODUCTION AND INVENTORY MANAGEMENT**, , Second edition, south western, Publishing.Co, Cincimati, Ohio.
- Elwood s, Buffa.,1994, **MANAJEMEN PRODUKSI / OPPERASI** , Penerjemah Agus Maulana Binarupa Aksara, Jakarta.
- Dhir RK ,____, **ADVANCES IN READY MIX CONCRETE TECHNOLOGI**, Pergamon press.
- Handoko, T. Hani, 1995, **MANAJEMEN PRODUKSI DAN OPERASI**, Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
-, 1981, **CONCRETE MANUAL**, Eighth Edition, US Departement of The Material Water and The Power Resources Service.
- Star, Marttin K, Miller, David W.,1986, **INVENTORI CONTROL**, Teori and practice fourth Printing Prentice hall inc Englewood Clifs, NJ.USA.
- Soejoeti, Zanzawi, 1986, **METODE STATISTIKA II** , Penerbit Karunika Jakarta.

Supranto, Johannes, 1988, **RISET OPERASI UNTUK PENGAMBILAN KEPUTUSAN**, Penerbit Universitas Indonesia.

Taha, Hamdi A.,1996, **RISET OPERASI**, Jilid 2, Banipura aksara jakarta.

Tersine, J, Richarrd., 1994, **PRINCIPLE OF INVEVTORY AND MATERIAL MANAGEMENT**, Fourt edition , Prentice-Hall, International, inc.

Tjokrodimulyo, Kardiono.,1992,**TEKNOLOGI BETON**, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.

Yamit, Zulian., 1996, **MANAJEMEN PRODUKSI DAN OPERASI**, Edisi pertama , Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia, Yogayakarta.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

Proposal 1 bl
 TA 3 bl
 Mj

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

| No. | Nama | No. Mhs. | N.I.R.M. | Bidang Studi |
|-----|----------------------|----------|----------|--------------|
| | KURNIAWATI, NIRMALIS | 91110007 | | TSM |
| | KADIMULLAH, VAHID | 91110008 | | TSM |

JUDUL TUGAS AKHIR : MANAJEMEN PERUBAHAN MATERIAL PADA
 INDUSTRI BENTANG BANGUNAN

Dosen Pembimbing I : DR. H. H. H. H. H.

Dosen Pembimbing II : DR. H. H. H. H. H.

1

2



Yogyakarta, 11/11/2011
 Dekan,

Dr. H. H. H. H. H.

(Signature)

11/11/2011



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

| No. | Nama | No. Mhs. | N.I.R.M. | Bidang Studi |
|-----|------|----------|----------|--------------|
| | | | | |
| | | | | |

TIDUL TUGAS AKHIR :

.....

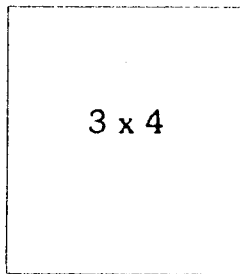
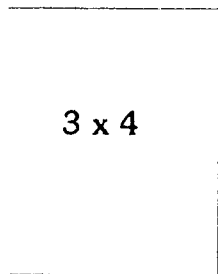
.....

osen Pembimbing I :

osen Pembimbing II :

1

2





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

| No. | Nama | No. Mhs. | N.I.R.M. | Bidang Studi |
|-----|------|----------|----------|--------------|
| | | | | |
| | | | | |

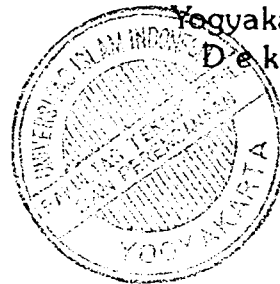
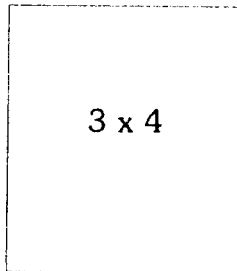
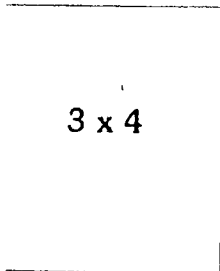
JUDUL TUGAS AKHIR :
.....
.....

Dosen Pembimbing I :

Dosen Pembimbing II :

1

2



Yogyakarta,
Dekan,

Langkah-langkah pengujian kenormalan, sebagai berikut :

1. Material Semen

a. Rata-rata kebutuhan

$$X = 391,546 \text{ ton / bulan}$$

b. Simpangan

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sigma = 108,293$$

c. Mencari Nilai

$$Z_i = \frac{(X_i - \bar{x})}{\sigma}$$

$$S(x) = \frac{\text{Banyak } Z \leq Z_i}{n}$$

$$F^*(x) = P(Z \leq Z_i) ; \text{ tabel normal}$$

Hasil perhitungan uji kenormalan dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1
Tabel Hasil Perhitungan Uji Kenormalan Untuk Material Semen

| No | X_i | Z_i | $F^*(X_i)$ | $S(X_i)$ | $T = [F^*(X_i) - S(X_i)]$ |
|----|---------|-----------|------------|----------|---------------------------|
| 1 | 190,982 | -1,852042 | 0,03245 | 0,027778 | 0,004672222 |
| 2 | 199,886 | -1,769821 | 0,04197 | 0,055556 | 0,013585556 |
| 3 | 200,4 | -1,765074 | 0,04156 | 0,083333 | 0,041773333 |
| 4 | 210,67 | -1,67024 | 0,05176 | 0,111111 | 0,059351111 |
| 5 | 235,562 | -1,440383 | 0,07245 | 0,138889 | 0,066438889 |
| 6 | 244,544 | -1,357442 | 0,08999 | 0,166667 | 0,076676667 |
| 7 | 270 | -1,122377 | 0,11969 | 0,194444 | 0,074754444 |
| 8 | 271,502 | -1,108507 | 0,11685 | 0,222222 | 0,105372222 |
| 9 | 287 | -0,965396 | 0,17531 | 0,25 | 0,07469 |
| 10 | 295,365 | -0,888153 | 0,20861 | 0,277778 | 0,069167778 |
| 11 | 320 | -0,660669 | 0,27043 | 0,305556 | 0,035125556 |
| 12 | 322 | -0,642201 | 0,25563 | 0,333333 | 0,077703333 |
| 13 | 329,452 | -0,573388 | 0,28873 | 0,361111 | 0,072381111 |
| 14 | 330 | -0,568328 | 0,29767 | 0,388889 | 0,091218889 |
| 15 | 338,052 | -0,493974 | 0,34243 | 0,416667 | 0,074236667 |

| No | X_i | Z_i | $F^*(X_i)$ | $S(X_i)$ | $T=[F^*(X_i) - S(X_i)]$ |
|----|---------|-----------|------------|----------|-------------------------|
| 16 | 340 | -0,475986 | 0,33583 | 0,444444 | 0,108514444 |
| 17 | 360,73 | -0,284562 | 0,41474 | 0,472222 | 0,057482222 |
| 18 | 373,57 | -0,165995 | 0,44677 | 0,5 | 0,05323 |
| 19 | 375 | -0,152791 | 0,44155 | 0,527778 | 0,086227778 |
| 20 | 387,652 | -0,03596 | 0,47451 | 0,555556 | 0,081045556 |
| 21 | 390,82 | -0,006706 | 0,46287 | 0,583333 | 0,120463333 |
| 22 | 409,489 | 0,1656862 | 0,56575 | 0,611111 | 0,045361111 |
| 23 | 419,939 | 0,2621831 | 0,6033 | 0,638889 | 0,035588889 |
| 24 | 431,372 | 0,3677572 | 0,64331 | 0,666667 | 0,023356667 |
| 25 | 432 | 0,3735562 | 0,64548 | 0,694444 | 0,048964444 |
| 26 | 434 | 0,3920246 | 0,65241 | 0,722222 | 0,069812222 |
| 27 | 435 | 0,4012587 | 0,65585 | 0,75 | 0,09415 |
| 28 | 453,293 | 0,5701791 | 0,7155 | 0,777778 | 0,062277778 |
| 29 | 455,906 | 0,594308 | 0,72375 | 0,805556 | 0,081805556 |
| 30 | 518,348 | 1,1709071 | 0,88373 | 0,833333 | 0,050396667 |
| 31 | 540 | 1,3708451 | 0,9144 | 0,861111 | 0,053288889 |
| 32 | 592,652 | 1,8570419 | 0,96821 | 0,888889 | 0,079321111 |
| 33 | 600 | 1,9248945 | 0,97277 | 0,916667 | 0,056103333 |
| 34 | 675,312 | 2,6203372 | 0,99554 | 0,944444 | 0,051095556 |
| 35 | 702,167 | 2,8683205 | 0,99788 | 0,972222 | 0,025657778 |
| 36 | 723 | 3,0606958 | 0,99888 | 1 | 0,00112 |

Dari perhitungan diatas harga T yang paling besar adalah 0,1204

Dari tabel uji kenormalan Liliefors dapat dicari besarnya T_α untuk $n = 36$ adalah :

$$T_\alpha = 0,123 \quad \text{untuk } \alpha = 0,2$$

$$T_\alpha = 0,126 \quad \text{untuk } \alpha = 0,15$$

$$T_\alpha = 0,134 \quad \text{untuk } \alpha = 0,1$$

$$T_\alpha = 0,147 \quad \text{untuk } \alpha = 0,05$$

$$T_\alpha = 0,172 \quad \text{untuk } \alpha = 0,01$$

Karena $T = 0,1204 < T_\alpha$, maka H_0 tidak ditolak. Ini berarti asumsi bahwa terdistribusi secara normal dapat diterima.

2. Material Pasir

a. Rata-rata kebutuhan

$$X = 1101,11 \text{ m}^3 / \text{bulan}$$

b. Simpangan

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sigma = 354,599$$

c. Mencari Nilai

$$Z_i = \frac{(X_i - \bar{x})}{\sigma}$$

$$S(x) = \frac{\text{Banyak } Z \leq Z_i}{n}$$

$F^*(x) = P(Z \leq Z_i)$; tabel normal

Hasil perhitungan uji kenormalan dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 2
Tabel Hasil Perhitungan Uji Kenormalan Untuk Material Pasir

| No | X_i | Z_i | $F^*(X_i)$ | $S(X_i)$ | $T=[F^*(X_i) - S(X_i)]$ |
|----|--------|----------|------------|----------|-------------------------|
| 1 | 461,87 | -1,74651 | 0,03995 | 0,027778 | 0,012172222 |
| 2 | 576,66 | -1,47916 | 0,07708 | 0,055556 | 0,021524444 |
| 3 | 633 | -1,32026 | 0,08404 | 0,083333 | 0,000706667 |
| 4 | 674 | -1,20462 | 0,09765 | 0,111111 | 0,013461111 |
| 5 | 707 | -1,11155 | 0,11748 | 0,138889 | 0,021408889 |
| 6 | 707,45 | -1,11028 | 0,11722 | 0,166667 | 0,049446667 |
| 7 | 714 | -1,09181 | 0,15682 | 0,194444 | 0,037624444 |
| 8 | 736 | -1,02976 | 0,14254 | 0,222222 | 0,079682222 |
| 9 | 757 | -0,97053 | 0,17661 | 0,25 | 0,07339 |
| 10 | 790 | -0,87746 | 0,20563 | 0,277778 | 0,072147778 |
| 11 | 811 | -0,81823 | 0,18917 | 0,305556 | 0,116385556 |
| 12 | 828 | -0,77028 | 0,22789 | 0,333333 | 0,105343333 |
| 13 | 855 | -0,69413 | 0,2724 | 0,361111 | 0,088711111 |
| 14 | 867 | -0,66029 | 0,27147 | 0,388889 | 0,117418889 |
| 15 | 867 | -0,66029 | 0,29947 | 0,416667 | 0,117196667 |
| 16 | 876 | -0,6349 | 0,32327 | 0,444444 | 0,121174444 |
| 17 | 909 | -0,54183 | 0,35861 | 0,472222 | 0,113612222 |
| 18 | 978 | -0,34722 | 0,36231 | 0,5 | 0,13769 |
| 19 | 1004 | -0,27389 | 0,41062 | 0,527778 | 0,117157778 |
| 20 | 1009 | -0,25979 | 0,43518 | 0,555556 | 0,120375556 |
| 21 | 1022 | -0,22312 | 0,46103 | 0,583333 | 0,122303333 |
| 22 | 1059 | -0,11877 | 0,48911 | 0,611111 | 0,122001111 |
| 23 | 1085 | -0,04544 | 0,51828 | 0,638889 | 0,120608889 |
| 24 | 1098 | -0,00877 | 0,54769 | 0,666667 | 0,118976667 |
| 25 | 1100 | -0,00313 | 0,57945 | 0,694444 | 0,114994444 |
| 26 | 1183 | 0,230981 | 0,60707 | 0,722222 | 0,115152222 |
| 27 | 1193 | 0,259165 | 0,64593 | 0,75 | 0,10407 |
| 28 | 1252 | 0,425589 | 0,67676 | 0,777778 | 0,101017778 |
| 29 | 1674 | 1,61578 | 0,92681 | 0,805556 | 0,121254444 |
| 30 | 1737 | 1,793465 | 0,94353 | 0,833333 | 0,110196667 |
| 31 | 1849 | 2,109351 | 0,98247 | 0,861111 | 0,121358889 |

| No | X_i | Z_i | $F^*(X_i)$ | $S(X_i)$ | $T=[F^*(X_i) - S(X_i)]$ |
|----|-------|----------|------------|----------|-------------------------|
| 32 | 1877 | 2,188322 | 0,98563 | 0,888889 | 0,096741111 |
| 33 | 1907 | 2,272934 | 0,98843 | 0,916667 | 0,071763333 |
| 34 | 1915 | 2,295497 | 0,98916 | 0,944444 | 0,044715556 |
| 35 | 1927 | 2,329342 | 0,99003 | 0,972222 | 0,017807778 |
| 36 | 1981 | 2,481644 | 0,98976 | 1 | 0,01024 |

Dari perhitungan diatas harga T yang paling besar adalah 0,1223

Dari tabel uji kenormalan Liliefors dapat dicari besarnya T_α untuk $n = 36$ adalah :

$$T_\alpha = 0,123 \quad \text{untuk } \alpha = 0,2$$

$$T_\alpha = 0,126 \quad \text{untuk } \alpha = 0,15$$

$$T_\alpha = 0,134 \quad \text{untuk } \alpha = 0,1$$

$$T_\alpha = 0,147 \quad \text{untuk } \alpha = 0,05$$

$$T_\alpha = 0,172 \quad \text{untuk } \alpha = 0,01$$

Karena $T = 0,1223 < T_\alpha$, maka H_0 tidak ditolak. Ini berarti asumsi bahwa terdistribusi secara normal dapat diterima.

3. Material Split

a. Rata-rata kebutuhan

$$X = 744,087 \text{ ton / bulan}$$

b. Simpangan

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sigma = 208,811$$

c. Mencari Nilai

$$Z_i = \frac{(X_i - \bar{x})}{\sigma}$$

$$S(x) = \frac{\text{Banyak } Z \leq Z_i}{n}$$

$$F^*(x) = P(Z \leq Z_i); \text{ tabel normal}$$

Hasil perhitungan uji kenormalan dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3
Tabel Hasil Perhitungan Uji Kenormalan Untuk Material Split

| No | X_i | Z_i | $F^*(X_i)$ | $S(X_i)$ | $T=[F^*(X_i) - S(X_i)]$ |
|----|---------|-----------|------------|----------|-------------------------|
| 1 | 159 | -2,801996 | 0,00191 | 0,027778 | 0,025867778 |
| 2 | 350,176 | -1,88645 | 0,03496 | 0,055556 | 0,020595556 |
| 3 | 395 | -1,671787 | 0,05192 | 0,083333 | 0,031413333 |
| 4 | 402 | -1,638264 | 0,0485 | 0,111111 | 0,062611111 |
| 5 | 424,306 | -1,53144 | 0,05857 | 0,138889 | 0,080318889 |
| 6 | 443 | -1,441914 | 0,07267 | 0,166667 | 0,093996667 |
| 7 | 475 | -1,288665 | 0,13337 | 0,194444 | 0,061074444 |
| 8 | 558 | -0,891177 | 0,20945 | 0,222222 | 0,012772222 |
| 9 | 587 | -0,752295 | 0,22764 | 0,25 | 0,02236 |
| 10 | 602,67 | -0,677251 | 0,26695 | 0,277778 | 0,010827778 |
| 11 | 615 | -0,618203 | 0,24788 | 0,305556 | 0,057675556 |
| 12 | 620 | -0,594257 | 0,30654 | 0,333333 | 0,026793333 |
| 13 | 626 | -0,565523 | 0,29671 | 0,361111 | 0,064401111 |
| 14 | 640 | -0,565523 | 0,29671 | 0,388889 | 0,092178889 |
| 15 | 670 | -0,498477 | 0,34405 | 0,416667 | 0,072616667 |
| 16 | 671 | -0,354806 | 0,36516 | 0,444444 | 0,079284444 |
| 17 | 696 | -0,350017 | 0,36336 | 0,472222 | 0,108862222 |
| 18 | 710 | -0,230292 | 0,39379 | 0,5 | 0,10621 |
| 19 | 738 | -0,163246 | 0,44568 | 0,527778 | 0,082097778 |
| 20 | 741 | -0,029153 | 0,47188 | 0,555556 | 0,083695556 |
| 21 | 745 | -0,014786 | 0,46811 | 0,583333 | 0,117223333 |
| 22 | 758 | 0,00437 | 0,50147 | 0,611111 | 0,109841111 |
| 23 | 788 | 0,0666272 | 0,52652 | 0,638889 | 0,112368889 |
| 24 | 807 | 0,2102978 | 0,58327 | 0,666667 | 0,083396667 |
| 25 | 824 | 0,3012892 | 0,61838 | 0,694444 | 0,076064444 |
| 26 | 858 | 0,5455292 | 0,70707 | 0,722222 | 0,015152222 |
| 27 | 862 | 0,3827025 | 0,64891 | 0,75 | 0,10109 |
| 28 | 890 | 0,5455292 | 0,70707 | 0,777778 | 0,070707778 |
| 29 | 960 | 0,5846853 | 0,71081 | 0,805556 | 0,094745556 |
| 30 | 997 | 0,6987778 | 0,75751 | 0,833333 | 0,075823333 |
| 31 | 998 | 1,0340092 | 0,84912 | 0,861111 | 0,011991111 |
| 32 | 1002 | 1,211203 | 0,88695 | 0,888889 | 0,001938889 |
| 33 | 1076 | 1,215992 | 0,88783 | 0,916667 | 0,028836667 |
| 34 | 1086 | 1,2351481 | 0,89133 | 0,944444 | 0,053114444 |
| 35 | 1323 | 1,5895355 | 0,94394 | 0,972222 | 0,028282222 |
| 36 | 1690 | 1,6374257 | 0,94902 | 1 | 0,05098 |

Dari perhitungan diatas harga T yang paling besar adalah 0,1172

Dari tabel uji kenormalan Liliefors dapat dicari besarnya T_α untuk $n = 36$ adalah :

$$T_\alpha = 0,123 \quad \text{untuk } \alpha = 0,2$$

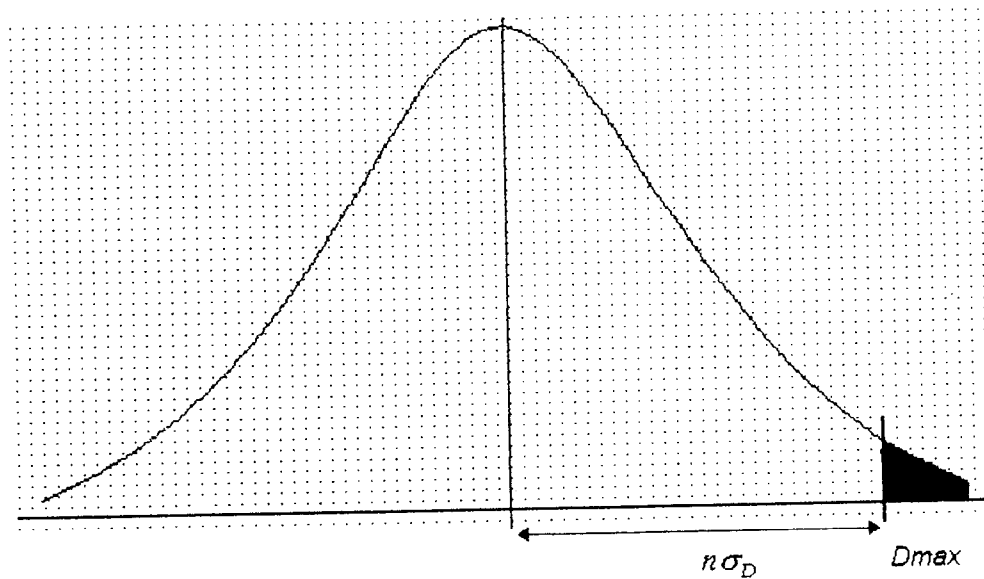
$$T_\alpha = 0,126 \quad \text{untuk } \alpha = 0,15$$

$$T_\alpha = 0,134 \quad \text{untuk } \alpha = 0,1$$

$$T_\alpha = 0,147 \quad \text{untuk } \alpha = 0,05$$

$$T_{\alpha} = 0,172 \quad \text{untuk } \alpha = 0,01$$

Karena $T = 0,1172 < T_{\alpha}$, maka H_0 tidak ditolak. Ini berarti asumsi bahwa terdistribusi secara normal dapat diterima.

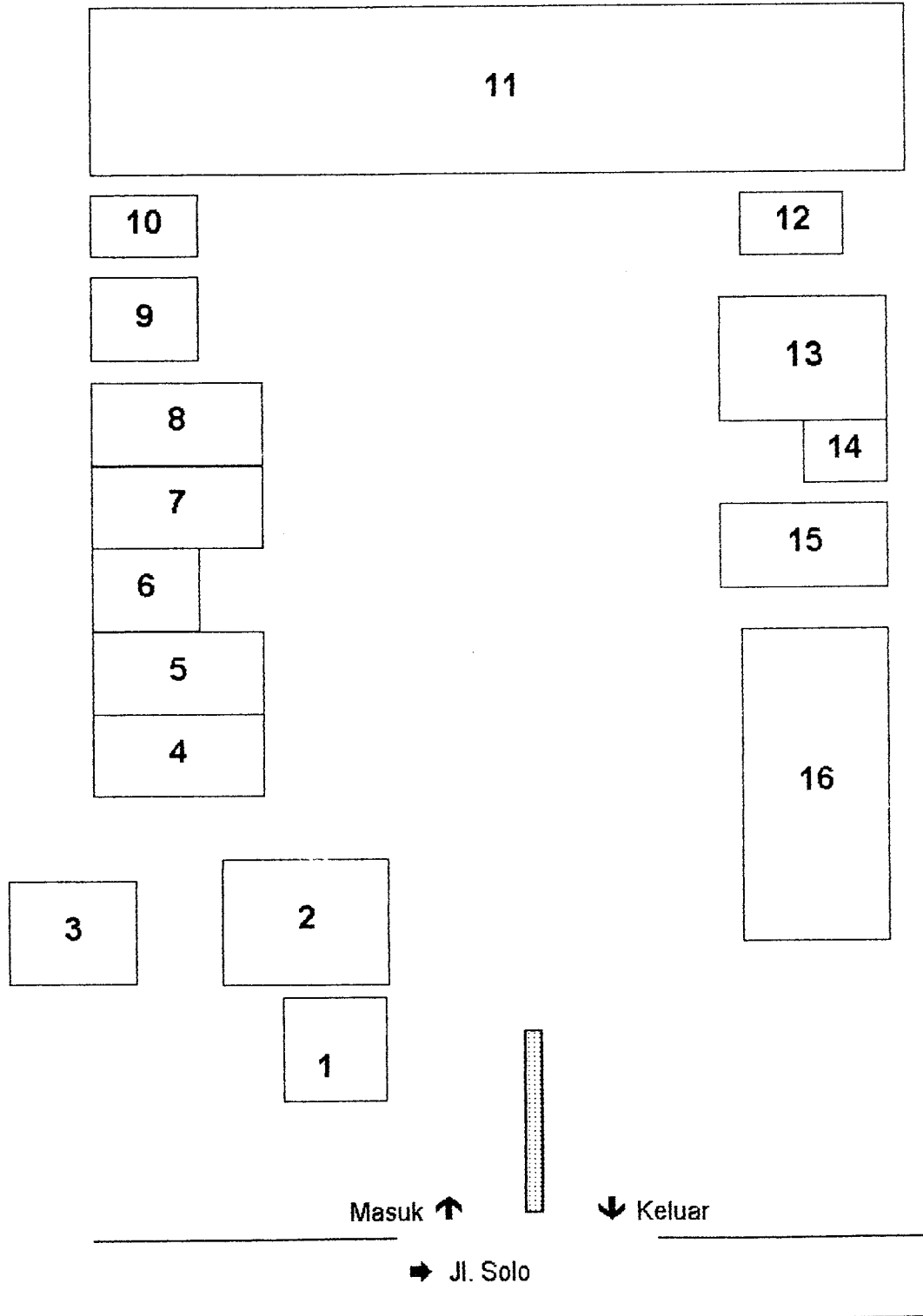


(Area dibawah ekor kanan memperlihatkan permintaan melebihi $D + n\sigma_D$)

Tabel Distribusi normal

| $B=D+n\sigma_D$ | Probabilitas |
|-----------------------|--------------|
| $D + 3,090 n\sigma_D$ | 0,001 |
| $D + 2,576 n\sigma_D$ | 0,005 |
| $D + 2,236 n\sigma_D$ | 0,010 |
| $D + 1,960 n\sigma_D$ | 0,025 |
| $D + 1,645 n\sigma_D$ | 0,050 |
| | |
| $D + 1,282 n\sigma_D$ | 0,100 |
| $D + 1,036 n\sigma_D$ | 0,150 |
| $D + 0,842 n\sigma_D$ | 0,200 |
| $D + 0,674 n\sigma_D$ | 0,250 |
| $D + 0,524 n\sigma_D$ | 0,300 |
| | |
| $D + 0,385 n\sigma_D$ | 0,350 |
| $D + 0,253 n\sigma_D$ | 0,400 |
| $D + 0,126 n\sigma_D$ | 0,450 |
| D | 0,500 |
| | |

LAMPIRAN 3



Gambar 3.1 Layout PT. Jaya Ready Mix Yogyakarta

Keterangan :

1. Pos satpam
2. Parkir karyawan
3. Musholla
4. Bagian row material
5. Salesman
6. Kamar kecil
7. Pimpinan dan administrasi
8. Lab. kualitas beton
9. Penampungan air
10. Pompa air
11. Gudang material
12. Alat timbang mekanis
13. *Batching plant*
14. Gudang semen
15. Maintenen dan suku cadang
16. Parkir *truck mixer*