

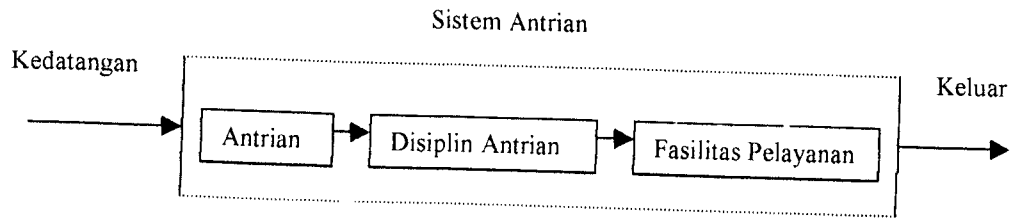
BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Teori Antrian

Kegiatan antrian sering kita jumpai dan tidak pernah lepas dari aktifitas diri kita baik untuk memenuhi kebutuhan jasmani maupun kebutuhan rohani. Misalnya kebutuhan jasmani adalah antri berbelanja di pasar atau supermarket, antri pembayaran rekening telepon atau pembayaran rekening air, sedangkan untuk kebutuhan rohani seperti kita menunggu giliran mengambil air wudhu di masjid-masjid untuk menunaikan shalat wajib berjamaah. Deret antrian juga bisa ditemukan di industri-industri baik itu pada sektor industri manufaktur maupun sektor industri jasa, di sektor industri bukan hanya manusia saja yang mengalami deret antrian tetapi benda kerja dan informasi juga bisa mengalami hal yang sama, contoh benda kerja adalah tumpukan barang diatas truk akan antri bila barang tersebut akan diturunkan, begitu juga pesawat terbang harus antri dalam deretan untuk menggunakan landasan, bahkan terkadang pesawat harus berputar-putar beberapa waktu diatas udara untuk menunggu pengosongan landasan, contoh antrian lainnya yaitu mobil yang berhenti di *traffic light*, peralatan-peralatan yang menunggu diservis, pelanggan yang menunggu pelaksanaan pembangunan pada jasa layanan kontraktor dan lain sebagainya yang terkadang melelahkan bagi kita yang mengalaminya.

3.1.1. Konsep dasar teori antrian



Gambar III.1. Proses Sistem Antrian

Kedatangan adalah populasi yang memasuki sistem antrian untuk mendapatkan jasa pelayanan. Populasi dapat segera menerima pelayanan apabila antrian sedang kosong atau tidak ada yang menunggu, dan akan menuju fasilitas pelayanan berdasarkan sistem pelayanan yang berlaku. Sesudah pelayanan lengkap populasi akan keluar dari sistem.

3.1.2. Elemen-elemen pokok dalam sistem antrian

Elemen-elemen pokok dalam sistem antrian pada industri beton *ready mixed* :

a. Sumber Masukan

Sumber masukan dari sistem antrian di industri beton *ready mixed* berupa sejumlah *customer* yang memesan campuran beton siap tuang dengan mutu beton tertentu.

b. Pola Kedatangan

Pola kedatangan (*arrival pattern*) *customer* yang memasuki sistem antrian pada industri beton *ready mixed*, datang dengan tingkat kedatangan (*arrival rate*) yang acak (yaitu berapa banyak individu-individu per periode waktu).

c. Disiplin Antrian

Perusahaan industri beton *ready mixed*, didalam menerima pesanan beton *ready mixed* berdasarkan pada ketentuan pertama datang pertama dilayani, atau dengan istilah FIFO (first in first out).

d. Kapanjangan Antrian

Kapasitas sistem pada industri beton *ready mixed*, sangat dibatasi oleh jumlah *truck mixer* yang ada, bila kapasitas 1 truk = 5 m^3 dan jumlah truk 9 unit, berarti sistem mampu melayani pelayanan sebanyak 45 m^3 sekaligus.

e. Pola Pelayanan

Pola pelayanan pada industri beton *ready mixed*, didalam melayani *customer* dalam suatu sistem tergantung daripada jarak tempuh pengiriman sehingga waktu pelayanan bersifat acak.

f. Keluaran (*exit*)

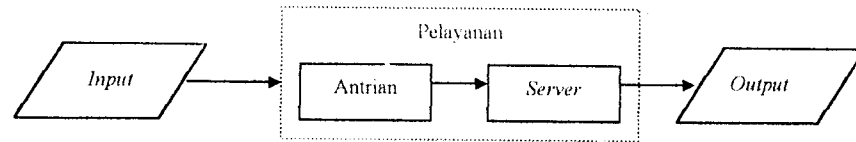
Sesudah *customer* selesai dilayani, *customer* keluar dari sistem.

3.1.3. Struktur Teori Antrian

Berdasarkan pada sifat proses pelayanan, fasilitas pelayanan dalam susunan *channel* (*single* atau *multiple*) dan *phase* (*single* atau *multiple*) yang akan membentuk berbagai struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah *phase* berarti tahap-tahap yang harus dilalui para individu-individu agar pelayanan dinyatakan lengkap.

Metode struktur antrian yang terjadi dalam sistem antrian pada industri beton *ready mixed* dengan menggunakan susunan : *Single Channel Single Phase*.

Model ini berarti hanya ada satu jalur atau tempat untuk memasuki sistem pelayanan dan tidak dapat melayani pesanan selain pemesanan beton *ready mixed*.



Gambar III.2. *Single Channel - Single Phase*

3.1.4. Model Teori Antrian

Pembedaan dalam model matematika dapat dibedakan dalam metode analitis dan metode numeris. Untuk mendapatkan jumlah *truck mixer* yang efektif, tidak dapat diselesaikan dengan menggunakan metode analitis, karena untuk mencapai pengoptimalan pelayanan, diperlukan proses perulangan untuk suatu model matematika, maka model antrian yang dapat diterapkan pada industri beton *ready mixed* hanya dapat diselesaikan dengan simulasi atau model antrian secara numeris.

3.1.4.1. Model Antrian secara Numeris

Metode numeris melibatkan penggunaan prosedur-prosedur komputasi untuk menyelesaikan persamaan-persamaan yang ada. Bila model matematika dari suatu sistem antrian tidak dapat dimungkinkan untuk memperoleh informasi secara analitis, maka model tersebut dapat diselesaikan secara numeris, teknik khusus yang disebut simulasi akan memecahkan persamaan-persamaan model langkah demi langkah. Hasilnya adalah nilai pada setiap langkah penghitungan menggambarkan keadaan sistem yang dimodelkan pada saat itu.

A. Simulasi

Simulasi adalah duplikat atau abstraksi dari persoalan dalam kehidupan nyata ke dalam model-model matematika. Dalam hal ini biasanya dilakukan penyederhanaan, sehingga pemecahan dengan model-model matematika bisa dilakukan. Simulasi sering digunakan dalam pemecahan masalah antrian dengan mengimitasi garis tunggu dengan menggunakan angka-angka sehingga keputusan yang dibuat bisa mendekati dunia nyata. Pemecahan masalah dengan model simulasi biasanya dilakukan dengan memakai komputer, sebab banyak hal-hal atau perhitungan-perhitungan yang terlalu rumit dihitung dengan tangan. Namun untuk masalah yang sangat sederhana bisa juga diselesaikan tanpa komputer.

Alasan terpenting dalam menggunakan simulasi adalah :

- 1) Simulasi adalah merupakan satu-satunya metode yang tersedia karena lingkungan sangat kompleks.
- 2) Model simulasi lebih sederhana untuk digunakan dan dimengerti dan biayanya tidak terlalu mahal.
- 3) Simulasi memungkinkan pembuatan keputusan untuk mengatur percobaan-percobaan dari suatu model yang akan membantu dalam memahami perilaku proses.
- 4) Bila dilakukan observasi yang mendalam akan terlalu banyak memakan waktu.

Penggunaan simulasi sebagai pengisi kekosongan teknik lain yang lebih baik seperti apapun, juga memiliki sejumlah kelemahan dan kita harus menyadari kelemahan-kelemahan dalam pendekatan simulasi tersebut, antara lain :

- 1) Simulasi tidak persis, karena bukan merupakan proses optimasi dan tidak menghasilkan jawaban tetapi hanya memberikan suatu kumpulan tanggapan sistem atas berbagai kondisi operasi. Kelemahan ini sulit diukur.
- 2) Model simulasi yang bagus mungkin sangat mahal. Sering diperlukan waktu bertahun-tahun untuk mengembangkan model perencanaan usaha yang berguna.
- 3) Tidak semua situasi dapat dievaluasi dengan simulasi. Hanya situasi yang melibatkan ketidakpastian dan tanpa komponen acak yang dapat disimulasikan.
- 4) Model memberikan suatu cara observasi pemecahan tetapi tidak memberikan teknik pemecahan. Manajer harus mencari sendiri pendekatan pemecahan yang mereka ingin uji.

B. Model Simulasi Tipe *Stochastic*

Model ini kadang-kadang juga disebut sebagai simulasi Monte Carlo. Di dalam proses *stochastic* sifat-sifat keluaran (*output*) dari proses ditentukan berdasarkan dan merupakan bagian hasil dari konsep random (acak). Meskipun *output* yang diperoleh dapat dinyatakan dengan rata-rata, namun kadang-kadang ditunjukkan pula pola penyimpangan.

3.1.5. Model-model keputusan antrian

Pemilihan satu model antrian yang sesuai hanya dapat memberikan data ukuran-ukuran kinerja yang menjabarkan perilaku sistem yang bersangkutan.

Penggunaan teori antrian dalam praktek melibatkan dua aspek utama, yaitu :

- 1) Pemilihan model matematis yang sesuai yang akan mewakili sistem secara memadai dengan tujuan menentukan ukuran kinerja sistem tersebut.
- 2) Penerapan sebuah model keputusan yang didasari oleh ukuran kinerja sistem tersebut untuk maksud perancangan sarana pelayanan tersebut.

Secara umum, sebuah model biaya dalam antrian berusaha menyeimbangkan biaya menunggu dengan biaya kenaikan tingkat pelayanan yang saling bertentangan.

A. Biaya – biaya dalam sistem antrian

Dalam sistem antrian dikenal dua biaya yang berkaitan yaitu biaya tidak langsung (*indirect cost*) pada individu-individu yang menunggu dan biaya langsung (*direct cost*) untuk penyediaan pelayanan. Komponen-komponen dari kedua biaya tersebut pada industri beton *ready mixed* adalah :

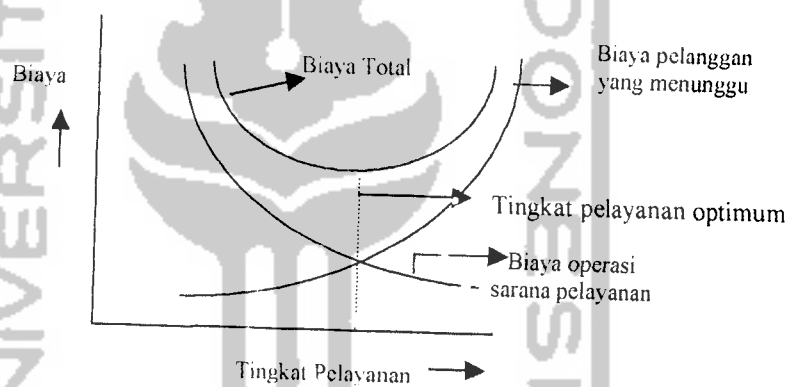
a) Biaya menunggu.

Biaya yang diakibatkan oleh keterbatasan pelayanan, bagi kontraktor mengakibatkan penundaan pekerjaan pengecoran, seharusnya dilakukan pengecoran, tertunda akibat keterbatasan jumlah *truck mixer* yang tersedia, bagi industri beton *ready mixed* akan kehilangan penjualan, kehilangan kepercayaan *customer* dan kerugian waktu yang diakibatkan oleh lamanya pengecoran dilapangan karena keterbatasan dan kemampuan tenaga kerja atau juga alat penunjang dilapangan yang tidak memadai sehingga menghambat pengiriman selanjutnya. Biaya menunggu tidak selalu mudah ditentukan bahkan sangat sulit pada kasus-kasus tertentu.

b) Biaya pelayanan

Biaya pelayanan meliputi semua biaya yang dikeluarkan untuk melayani pelayanan, biaya ini mencakup biaya investasi dan biaya pemeliharaan semua fasilitas peralatan yang tersedia di industri beton *ready mixed* (*truck mixer, loader, alat produksi, dll*), biaya untuk penyediaan bahan campuran beton *ready mixed* dan upah tenaga kerja. Penambahan fasilitas pelayanan dapat mengurangi biaya menunggu.

Gambar di bawah ini menunjukkan hubungan antara tingkat pelayanan dengan biaya menunggu.



Gambar III.3. Total biaya menunggu dan biaya pelayanan

Dari kedua biaya tersebut kemudian dihitung biaya total keduanya, maka akan terlihat biaya yang dikeluarkan suatu kondisi tertentu. Secara umum dalam antrian berusaha menyeimbangkan biaya menunggu dan biaya kenaikan tingkat pelayanan yang bertentangan.

B. Model Tingkat Aspirasi

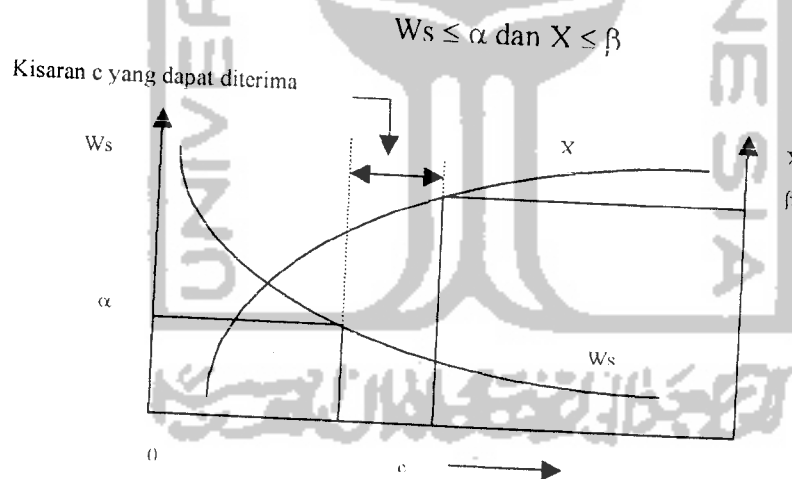
Model tingkat aspirasi menyadari kesulitan dalam mengestimasi parameter biaya, dan karena itu model ini didasari oleh analisis yang lebih sederhana. Model ini secara langsung memanfaatkan karakteristik yang terdapat



dalam sistem yang bersangkutan dalam memutuskan nilai-nilai optimal dari parameter perancangan. Optimalitas disini dipandang dalam arti memenuhi tingkat aspirasi tertentu yang ditentukan oleh pengambil keputusan. Tingkat aspirasi didefinisikan sebagai batas atas dari nilai-nilai ukuran yang saling bertentangan yang ingin diseimbangkan oleh pengambilan keputusan tersebut. Dalam model pelayan berganda dimana kita perlu menentukan jumlah pelayan c yang optimum, dua ukuran yang saling bertentangan adalah :

- 1) Waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem W_s .
- 2) Prosentase waktu menganggur para pelayan X .

Kedua ukuran ini mencerminkan aspirasi pelanggan dan pelayan. Anggaplah tingkat aspirasi (batas atas) untuk W_s dan X diketahui α dan β . Maka metode tingkat aspirasi dapat diekspresikan secara matematis sebagai berikut :



Gambar III.4. Jumlah Optimal Pelayan dengan menggunakan Tingkat Aspirasi

3.2. Simulasi Monte Carlo

Arti istilah Monte Carlo sering dianggap sama dengan simulasi probabilistik. Namun Monte Carlo secara tegas berarti teknik memilih angka

secara random dari distribusi probabilitik untuk menjalankan simulasi. Jadi Monte Carlo bukanlah jenis simulasi, melainkan suatu teknik yang digunakan dalam simulasi. Dasar Simulasi Monte Carlo adalah melakukan eksperimen pada kemungkinan atau probabilitas elemen-elemen melalui random sampling. Metode ini dapat menterjemahkan waktu kedatangan dan pelayanan menjadi distribusi probabilitas, mensimulasikannya dan membandingkan bilangan random dengan distribusi probabilitas dan menghasilkan informasi keluaran dari penggunaan waktu kedatangan dan pelayanan. Jika jumlah observasi meningkat, hasil simulasi akan lebih dekat dengan situasi nyata.

Simulasi Monte Carlo ini hakekatnya adalah suatu metode yang digunakan untuk menghasilkan outcome dari suatu distribusi probabilitas.

Proses random dalam simulasi Monte Carlo mempergunakan angka-angka random. Angka random ini adalah suatu set angka yang kemungkinan timbulnya adalah sama (probabilitas timbulnya angka tersebut sama) dan pola angka yang timbul tidak dapat diidentifikasi.

Bilangan random yang digunakan dalam metode ini dapat berasal dari berbagai sumber yang menunjukkan kerandoman yang diperlukan. Khususnya dapat diperoleh dari 2 sumber, yaitu :

- 1) Untuk penyelidikan yang luas bergantung pada komputer yang dapat menampilkan bilangan random.
- 2) Untuk penyelidikan yang sederhana biasanya menggunakan bilangan-bilangan dari suatu tabel bilangan random.

Penggunaan dari bilangan random ini bertujuan agar setiap kejadian memiliki kesempatan yang sama untuk diamati, disamping untuk menjamin bahwa sampel yang diambil benar-benar dipilih secara acak. Cara pengambilan bilangan random dilaksanakan secara acak dari tabel bilangan random yang bisa dilihat dalam setiap lampiran buku-buku teks statistik.

Karena simulasi Monte Carlo sering disebut pula dengan simulasi probabilistik, maka diperlukan analisa distribusi probabilitas.

3.2.1. Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas adalah model matematika yang menghubungkan nilai variabel dengan probabilitas terjadinya nilai itu didalam populasi. Ada dua macam distribusi probabilitas, yaitu :

1) Distribusi Kontinyu

Apabila variabel yang diukur dinyatakan dalam skala kontinyu, distribusi probabilitasnya dinamakan distribusi kontinyu.

2) Distribusi Diskrit

Apabila variabel yang diukur hanya dapat menjalani nilai-nilai tertentu, seperti bilangan bulat 0, 1, 2, 3... dst, distribusi probabilitasnya dinamakan distribusi diskrit.

3.2.2. Macam-macam distribusi Diskrit dan Kontinyu

Ada beberapa jenis distribusi probabilitas, baik yang diskrit maupun yang kontinyu yang sering digunakan dalam Ilmu Manajemen dan Operasional Riset diantaranya, yaitu :

1) Distribusi Poisson

Distribusi ini digunakan untuk menggambarkan distribusi kedatangan per unit waktu pada fasilitas produksi meliputi kedatangan kendaraan pada gerbang tol, kedatangan pengendara sepeda motor pada pompa bensin. Situasi tersebut dapat digambarkan dengan variabel acak diskrit berupa bilangan bulat bernilai non negatif 0, 1, 2, 3,... dst.

$$P(X) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad x = 0, 1, 2, 3, \dots \quad \dots \dots (3.1.)$$

$P(X)$ = probabilitas tepat terjadinya x .

λ = jumlah kejadian per interval waktu.

2) Distribusi Eksponensial

Bila jumlah kedatangan per unit waktu digambarkan oleh distribusi poisson, maka interval waktu (waktu selang dua kedatangan berurutan) dapat digambarkan dengan distribusi eksponensial. Meskipun distribusi poisson adalah diskrit, distribusi eksponensial adalah kontinyu. Hal ini karena waktu selang kedatangan tidak harus merupakan jumlah unit waktu yang bulat. Karakteristik distribusi eksponensial adalah digunakan untuk menggambarkan distribusi waktu pada fasilitas produksi dengan mengasumsikan bahwa waktu pelayanan bersifat acak. Artinya waktu untuk melayani pendatang tidak tergantung dari banyaknya waktu yang telah dihabiskan untuk melayani pendatang sebelumnya, dan tidak tergantung pada jumlah pendatang yang sedang menunggu untuk dilayani.

$$P(t) = \mu e^{-\mu t} \dots\dots\dots(3.2.)$$

$$P(T < t) = 1 - e^{-\mu t}$$

P(T < t) = probabilitas pelayanan akan kurang atau sama dengan t

3) Distribusi Normal

Distribusi ini mempunyai kedudukan penting dalam Ilmu Manajemen, hal ini karena distribusi normal mempunyai sifat yang membuatnya dapat digunakan pada berbagai situasi manajerial dimana pengambil keputusan harus membuat keputusan berdasarkan sampel, selain itu distribusi ini dapat menangani distribusi yang didapat dari observasi.

3.2.3. Distribusi Frekuensi

Data yang diperoleh dari hasil penelitian atau hasil pengujian terhadap suatu obyek biasanya dibuat dalam bentuk angka-angka yang pada umumnya tidak tersusun dan masih merupakan bahan mentah yang perlu pengolahan. Penyebaran angka-angka yang masih mentah, tidak dapat memberikan informasi kepada yang melihatnya sehingga diperlukan teknik pengolahan supaya data yang terkumpul memberikan arti.

Oleh karena itu data yang terkumpul perlu disusun skor yang dimulai dari skor yang paling rendah sampai ke skor yang paling tinggi. Untuk membuat daftar distribusi frekuensi dengan panjang kelas interval yang sama, maka dilakukan langkah sebagai berikut :

- 1) Menentukan rentang (R) ;

$$R = X_n - X_1 \dots\dots\dots(3.3.)$$

Ket ;

X_n = nilai observasi terbesar

X_1 = nilai observasi terkecil

2) Menentukan jumlah kelas interval yang diperlukan.

Banyaknya kelas sebaiknya antara 7 dan 15, paling banyak 20. (tidak ada aturan umum yang menentukan jumlah kelas). Cara lain untuk menentukan jumlah kelas dapat menggunakan **Kriterium Sturges**, yaitu ;

$$K = 1 + 3,322 \log N \quad \dots\dots\dots(3.4.)$$

Ket ;

K = banyaknya kelas

N = banyaknya nilai observasi

3) Menentukan interval kelas yaitu :

$$I = \frac{R}{K} \quad \dots\dots\dots(3.5.)$$

Dengan, I = interval kelas

A. Distribusi frekuensi relatif kumulatif

Daftar distribusi frekuensi dengan banyak data biasanya tidak dinyatakan dalam frekuensi sebenarnya atau frekuensi mutlak, melainkan dinyatakan dalam persen, sehingga didapat daftar distribusi frekuensi relatif. Dan bila dijumlahkan selangkah demi selangkah maka dinamakan distribusi frekuensi kumulatif untuk frekuensi mutlak dan frekuensi relatif kumulatif untuk distribusi frekuensi relatif.

Mengingat ada dua cara untuk menjumlahkan distribusi frekuensi kumulatif, maka juga ada dua macam daftar distribusi frekuensi kumulatif, yakni distribusi kumulatif kurang dari (menjumlahkan data dari atas kebawah) dan distribusi kumulatif lebih dari (menjumlahkan data dari bawah keatas).

B. Histogram dan Poligon frekuensi

Untuk mempermudah dalam penyajian data suatu tabel seringkali data disajikan dalam bentuk grafik. Histogram dan Poligon adalah dua gambaran secara grafik dari distribusi frekuensi.

Perbedaan Histogram dan Poligon adalah :

1. Histogram frekuensi terdiri dari himpunan siku empat yang mempunyai :
 - a) Alas pada sumbu mendatar (sumbu X) dengan pusat markah kelas dan panjang sama dengan ukuran kelas.
 - b) Luas sebanding terhadap frekuensi kelas.
2. Poligon frekuensi adalah grafik dari frekuensi kelas yang dirajah terhadap markah kelas. Ini dapat diperoleh dengan cara menghubungkan titik tengah dari puncak siku empat dalam histogram.

3.2.4. Uji Chi Kuadrat

Sebagaimana telah sering kita lihat, hasil-hasil yang diperoleh dalam sampel tidak sama dengan hasil-hasil yang secara teoritis diharapkan sesuai dengan aturan-aturan probabilitas.

Penelitian empiris menunjukkan bahwa asumsi distribusi eksponensial maupun poisson seringkali tidak tepat. Karena itu asumsi harus diperiksa sebelum mencoba menggunakan suatu model. Maka terlebih dulu harus melakukan test kebaikan suai dengan menggunakan Uji Chi Kuadrat dapat dipakai untuk memeriksa dan menentukan sejauh mana distribusi-distribusi teoritis, seperti distribusi normal, poisson, eksponensial, dll, sesuai dengan distribusi-distribusi empiris yang diperoleh dari data sampel.

Langkah-langkah melakukan Uji Chi Kuadrat adalah sebagai berikut :

1. Membuat distribusi frekuensi pada data hasil penelitian.
2. Menentukan frekuensi yang diharapkan dari sampel (n_i).

Yaitu menghitung nilai tengah dari distribusi frekuensi hasil pengamatan (n_i) kemudian dilakukan penyamaan antara nilai tengah yang diperoleh dengan distribusi probabilitas teoritis yang diharapkan sehingga didapatkan frekuensi yang diharapkan (e_i). Peraturan umum yang harus dipenuhi jika frekuensi yang diharapkan/frekuensi teoritis (e_i) dalam setiap interval tidak lebih besar dari 5 maka dilakukan penggabungan beberapa interval sampai peraturan ini dipenuhi.

3. Melakukan test kebaikan suai dengan Uji Chi Kuadrat, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a) Menentukan pengujian distribusi (hipotesa) terhadap distribusi tertentu.

- b) Taraf signifikasi α

Nilai taraf signifikasi yang digunakan adalah 5 %.

- c) Derajat kebebasan

$$v = K - 1 \dots\dots\dots(3.6)$$

ket ; v = derajat kebebasan

K = banyaknya sampel (kelas)

- d) Nilai kritis

$$X^2_{(tabel)} \Rightarrow X_{\alpha, v} \Rightarrow \text{tabel statistik} \dots\dots\dots(3.7)$$

e) Nilai Uji Chi Kuadrat.

$$X^2_{(hitung)} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(3.8.)$$

Ket :

n_i = frekuensi observasi

e_i = frekuensi harapan

K = banyaknya kelas

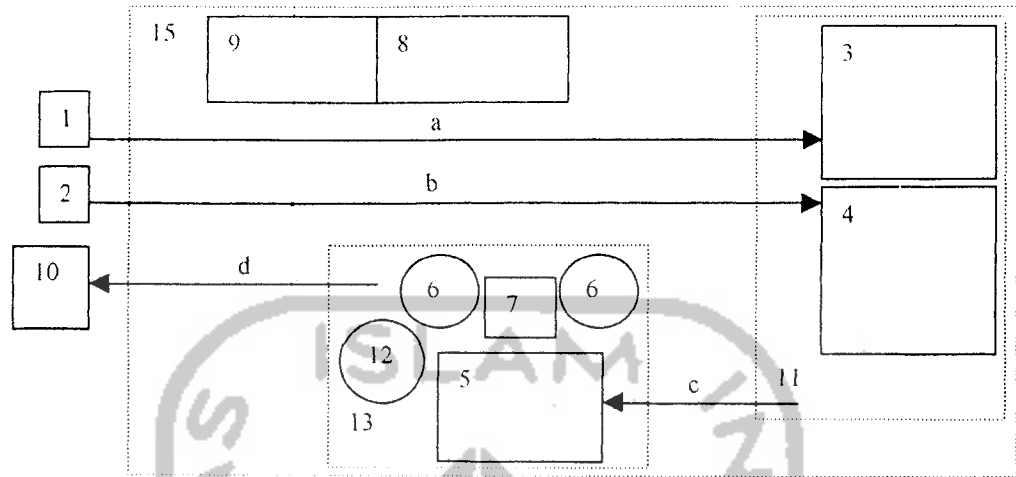
Jika dalam hipotesa X^2 yang dihitung lebih besar dari suatu nilai kritis tertentu, maka frekuensi yang diobservasikan berbeda nyata dari frekuensi yang diharapkan.

Dalam penulisan tugas akhir ini yang menjadi obyek penelitian berdasarkan teori-teori yang telah disebutkan diatas adalah industri beton *ready mixed*. Karenanya akan diuraikan sekelumit tentang industri beton *ready mixed*.

3.3. Industri Beton *Ready mixed*

Dalam sebuah perusahaan industri, termasuk industri *ready mixed*, berlangsung apa yang dinamakan dengan proses produksi, yaitu proses yang mengolah *input* menjadi *output*. Dalam hal ini *input*nya berupa pasir, kerikil, batu pecah, semen dan bahan tambah (*additive*). Sedangkan *output*nya berupa campuran beton cor siap tuang (*ready mixed concrete*). Untuk mengetahui proses pelayanan, dimulai dari pengambilan material sampai dengan proses pengiriman

beton *ready mixed* ke lokasi pengecoran, dapat dijelaskan pada gambar dibawah ini.



Gambar III.5. Sistem pelayanan pada industri beton *ready mixed*

Keterangan :

- 1 = Sumber pengambilan agregat halus.
- 2 = Sumber pengambilan agregat kasar.
- 3 = Tempat penimbunan agregat halus.
- 4 = Tempat penimbunan agregat kasar.
- 5 = Timbangan material.
- 6 = Tempat penyimpanan semen.
- 7 = Alat penakar semen.
- 8 = Laboratorium.
- 9 = Kantor.
- 10 = Lokasi Proyek.
- 11 = Tempat penyimpanan agregat kasar dan halus (*stockpile*).
- 12 = Tempat penyimpanan bahan *additif*.

- 13 = *Batching Plant*
- a = Pengangkutan agregat halus dari sumber oleh *dump truck* ke *stockpile*.
- b = Pengangkutan agregat kasar dari sumber oleh *dump truck* ke *stockpile*.
- c = Pengangkutan material dari *stockpile* oleh *loader* ke timbangan material
- d = Pengiriman pesanan beton *ready mixed* dari *batching plant* oleh *truck mixer* ke lokasi pengecoran.

Pada gambar III.5. dapat dijelaskan bahwa pada sistem pelayanan di industri beton *ready mixed* mencakup :

1. Penyediaan bahan material

a) Agregat kasar dan agregat halus

Agregat halus dan kasar diangkut oleh *dump truck* dari sumber untuk dikirim ke tempat penimbunan agregat di *base camp*, lalu diterima dibagian penerimaan agregat untuk dilakukan pengujian di laboratorium. Setelah pengujian agregat telah memenuhi syarat agregat, agregat bisa disimpan di *stockpile*, agregat halus dan kasar disimpan secara terpisah sesuai ukuran masing-masing di *stockpile* yang mempunyai landasan cukup keras dan bersih. Pengujian agregat bisa dilakukan setiap hari atau sewaktu-waktu apabila terjadi perubahan sumber atau kondisi agregat.

b) Semen

Penyimpanan semen diletakkan di *silo* baja plant, kapasitas satu *silo* di PT. Jaya Readymix mampu menampung 60 ton semen. Produsen semen memberikan laporan hasil test semen setiap bulan, sedangkan semen yang ada

di *batching plant* dapat diambil sewaktu-waktu jika diperlukan, untuk dilakukan pengujian di laboratorium.

c) *Admixture*

Admixture disimpan didalam drum plastik atau baja dan terlindung dari kontaminasi luar, *admixture* di kontrol kondisinya setiap hari selama produksi beton *ready mixed* berjalan.

d) Air

Pengetesan air yang dipakai sebagai campuran seperti yang disyaratkan dilakukan secara periodik, terutama terhadap kandungan kimia.

2. Proses produksi beton *ready mixed*

Pertama sekali, sebelum melakukan proses produksi, dilakukan terlebih dahulu pengontrolan pada timbangan material maupun alat penakar semen, agar tidak terjadi kesalahan didalam pembacaan. Kalibrasi dilakukan secara periodik dan sewaktu-waktu jika diperlukan.

Proses produksi beton cor siap pakai ;

a) Proses pengangkutan

Material yang ada di *stockpile* seperti pasir dan kerikil/*spliu*, diangkut oleh *loader*, untuk selanjutnya dimasukkan kedalam *bin* timbangan material.

b) Proses penimbangan

Proses penimbangan merupakan proses penyiapan bahan campuran beton, sebelum proses pencampuran. Bahan-bahan material yang akan ditimbang meliputi ; agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, *admixture* dan air.

c) Proses pencampuran

Setelah bahan-bahan campuran beton *ready mixed* selesai ditimbang, maka bahan tersebut dimasukkan kedalam *truck mixer*, untuk diolah dengan kecepatan putaran sesuai standart dengan minimal 70 kali putaran selama *truck mixer* berjalan menuju ke lokasi pengecoran, tahapan proses pengisian kedalam *truck mixer* adalah sebagai berikut :

(a) Untuk pasir, kerikil/split

Dari alat penimbangan mekanis dipindahkan ke *mixer* dengan bantuan *conveyor*. Bahan material ini dimasukkan kedalam *mixer* setelah terlebih dahulu air dimasukkan kira-kira $\frac{1}{3}$ dari total kebutuhan air untuk suatu campuran beton *ready mixed*.

(b) Air

Air dimasukkan kedalam *mixer* melalui pipa. Air ini berasal dari sumur yang dipompa dengan bantuan alat pemompa dengan tekanan tinggi. Proses pemasukkan air ini tidak sekaligus, pada awalnya sekitar $\frac{1}{3}$ dari total kebutuhan air, kemudian sisanya yang $\frac{2}{3}$ dimasukkan pada akhir proses, setelah bahan-bahan campuran beton *ready mixed* (pasir, kerikil, semen) dimasukkan. Fungsinya sebagai penggelontor sehingga semua bahan tercampur sempurna, tidak ada yang menempel pada dinding *mixer*.

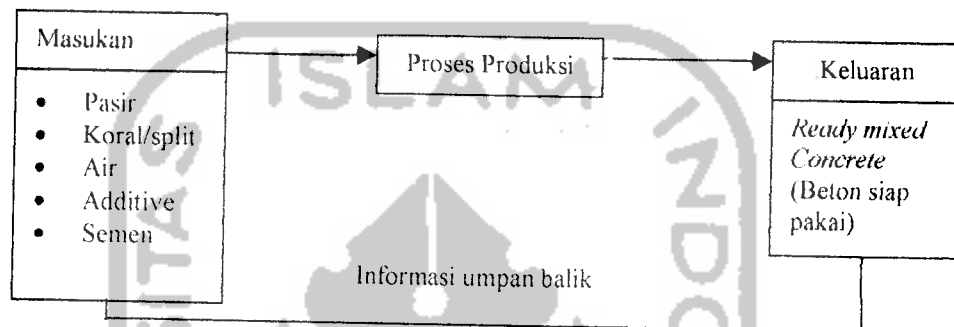
(c) Zat *Additif*

Zat *additif* dimasukkan bersama-sama dengan air.

(d) Semen

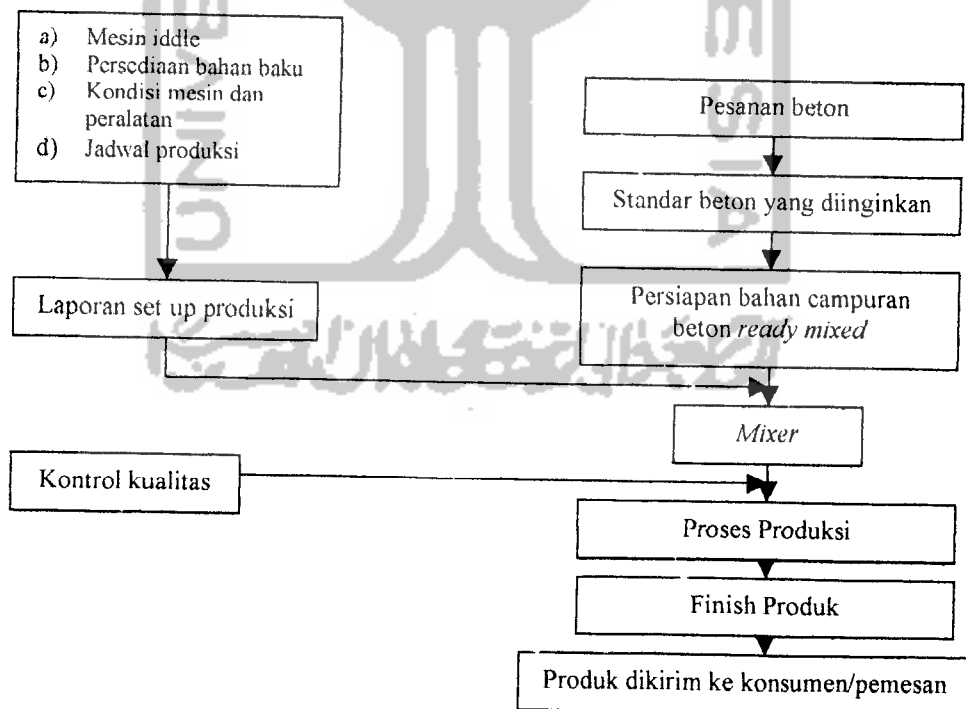
Semen ditimbang dengan alat mekanis yang terdapat dibawah *silo*. Semen dimasukkan kedalam *mixer*, bisa dimasukkan sebelum atau sesudah pasir dan kerikil dimasukkan kedalam *mixer*.

Secara umum sistim dan prosedur dalam produksi yang terdapat pada Industri Beton *Ready mixed* adalah :



Gambar III.6. Sistim produksi pada Industri Beton *Ready mixed*

Sedangkan prosedur yang terjadi pada Industri Beton *Ready mixed* adalah :



Gambar III.7. Prosedur produksi pada Industri Beton *Ready mixed*

Dalam suatu proses produksi tersebut tentunya akan timbul suatu antrian dan waktu menunggu. Antrian dan waktu menunggu tersebut dapat berupa antrian pemesan, truk-truk yang menunggu untuk dimuati dan para pekerja yang terpaksa menganggur sejenak.

Terjadi atau tidaknya suatu antrian dalam suatu sistem produksi (pelayanan), tergantung dari faktor-faktor yang mendukung proses produksi.

Faktor-faktor tersebut dalam hal ini berupa peralatan yang dipergunakan, seperti :

1) Truk aduk beton (*truck mixer*)

Truk aduk beton pada dasarnya merupakan alat campur yang berfungsi untuk mencampur atau mengaduk sampai merata bahan-bahan pembuat beton sesuai dengan takaran yang diinginkan didalam *heding box* (box tempat pencampur yang ada pada truk), alat ini umumnya berputar pada 10-15 putaran per menit digerakkan oleh tenaga dari mesin truknya atau oleh suatu mesin pembantu tersendiri dengan bahan bakar solar. Kapasitas truk pencampur ini bervariasi antara 3,5 m³ sampai dengan 6,5 m³. Truk yang digunakan pada umumnya mempunyai 3 sumbu roda yang mampu membawa 6 m³ beton.

2) Alat timbangan material (*bin*)

Alat timbangan material ini berupa kotak penimbang dengan sistem keseimbangan mekanis, banyak digunakan pada instalasi penakaran dan dilengkapi indikasi berat jarak jauh elektris, sehingga semua material dapat dikontrol dari jarak jauh dengan melihat jarum penunjuk pada ruang kontrol (pengendali).

3) Alat penakar semen

Mesin penimbang yang operasinya berhubungan dengan pengisian semen dalam jumlah besar sering digunakan baik pada pekerjaan kecil maupun besar. Semen dalam jumlah yang besar dihembuskan dengan kekuatan yang tinggi dimasukkan kedalam *Silo* (tempat penyimpanan semen) yang kapasitasnya sekitar 60 ton. *Silo* ini umumnya dilengkapi dengan mekanisme untuk menimbang jumlah yang besar pada suatu takaran dan mengeluarkan lewat suatu lubang ke dalam hopper pencampur atau langsung ke dalam alat campur.

4) Loader

Loader merupakan alat bantu dalam proyek pembuatan beton cor siap pakai (*ready mixed concrete*) yang berfungsi untuk mengangkut material pasir maupun kerikil ke dalam timbangan mekanis. Alat ini juga digunakan untuk mengangkut kantong-kantong semen seberat 5 ton kedalam gudang penyimpanan. Alat ini dioperasikan oleh orang sebagai operator yang merangkap sebagai pengemudi.

5) Pompa beton

Pompa beton atau yang disebut juga dengan *concrete pump* adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengecor bangunan terutama untuk bangunan bertingkat. Adukan beton di truk pengaduk dipompa dan dialirkan melalui pipa, kemudian dialirkan ke tempat yang hendak di cor. Pompa ini ditempelkan pada *chasis* suatu kendaraan atau *trailer* yang dipasang dengan lengan/tangkai (*boom*) yang membawa unit pompanya. Pompa ini memberikan fleksibilitas yang tinggi didalam penyediaan beton pada berbagai lokasi. Untuk pipa pada *truck mixer*

yang berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan campuran beton *ready mixed* ke tempat pengecoran, penggunaannya dapat disambung-sambung sesuai kebutuhan, untuk satu pipanya mempunyai panjang sampai 5 m.

