

## BAB V

### PROSES PENIMBANGAN (*BATCHING*)

#### 5.1 PENGERTIAN PROSES *BATCHING*

Proses *batching* adalah proses pengukuran atau penimbangan material-material pembentuk beton sebelum dimasukkan ke dalam *mixer* (mesin pengaduk). Tujuan dari proses *batching* supaya pencampuran material-material pembentuk beton menghasilkan beton sesuai dengan *mix design* sehingga diperoleh campuran *homogen* dan *uniform* seperti yang ditunjukkan pada sifat-sifat fisiknya, misalnya *unit weight*, *slump*, *air content*, *strength*, *air-free unit weight of mortar*. Untuk dapat mencapai tujuan ini, maka beberapa hal penting yang perlu diperhatikan adalah :

1. Material-material diusahakan agar tidak mengalami segregasi (*segregation*) sebelum dan selama proses *batching*.
2. Peralatan yang dapat menimbang dengan tepat dan akurat banyaknya material yang dibutuhkan sesuai dengan *mix design*.
3. Material-material tersebut dimasukkan ke dalam *mixer* sesuai dengan urutan yang benar.
4. Semua material tersebut harus tercampur dengan benar dan semua agregat sudah terlapisi oleh pasta semen.
5. Material-material penyusun beton harus masuk dalam batas-batas toleransi yang diijinkan.

Untuk itu pengamatan visual pada proses *batching* untuk setiap material penyusun beton mutlak dilakukan agar tercapai tujuan proses *batching* tersebut.

## 5.2 RUANG LINGKUP PEMERIKSAAN PROSES *BATCHING*

Ruang lingkup pemeriksaan proses *batching* pada Pola Kualitas ini meliputi :

1. Pemeriksaan peralatan-peralatan *batching plant* (kalibrasi).
2. Pemeriksaan penimbangan semen.
3. Pemeriksaan penimbangan agregat halus.
4. Pemeriksaan penimbangan agregat kasar.
5. Pemeriksaan penimbangan air.

Data-data untuk pemeriksaan penimbangan semen, agregat halus, agregat kasar dan air diambil dari suatu perusahaan *ready-mixed* di Surabaya, seperti terdapat pada lampiran C (tabel 5-2).

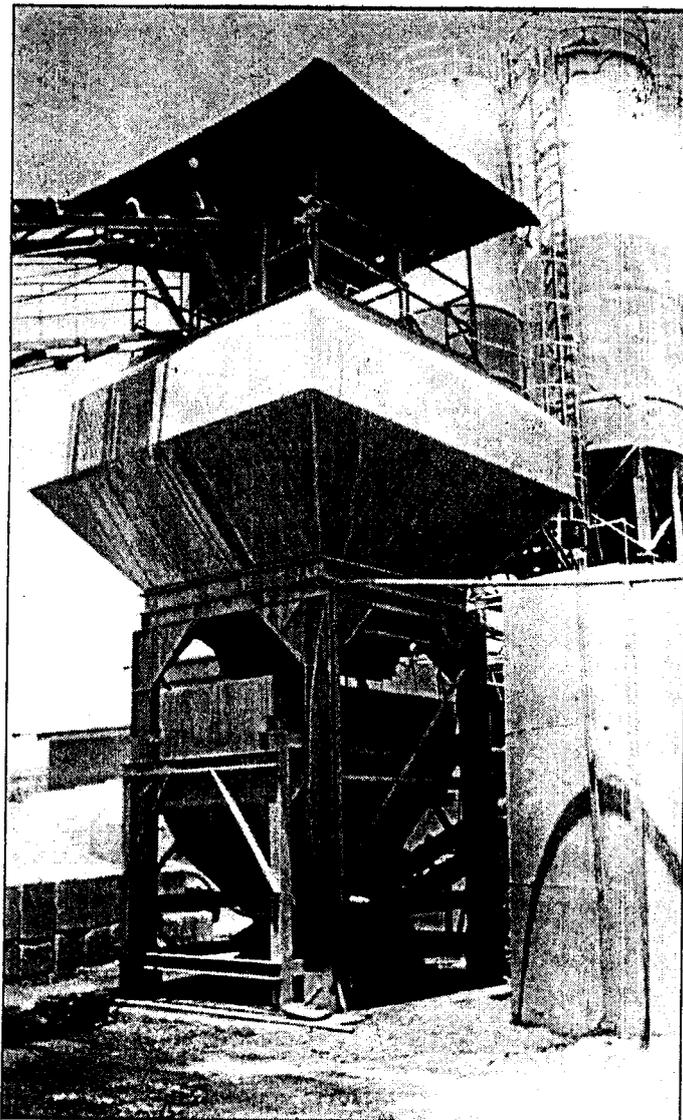
## 5.3 PEMERIKSAAN PERALATAN-PERALATAN *BATCHING PLANT*

Dalam memproduksi beton dengan skala besar maka proses *batching* material-material penyusun beton dilakukan di *batching plant*, di mana kapasitas produksi dari *batching plant* ditentukan dari kombinasi beberapa hal seperti sistem penanganan material-material penyusun beton, ukuran bin yang ada pada *batching plant*, ukuran *batcher*, ukuran mixer dan lain sebagainya.

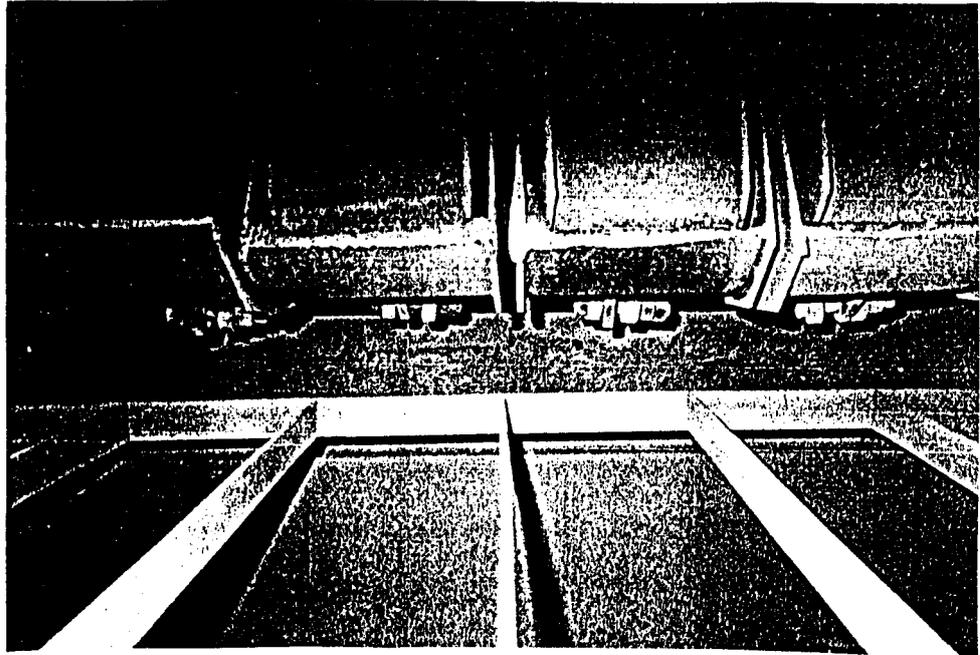
Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada peralatan-peralatan *batching plant* agar didapatkan hasil *batching* yang memenuhi syarat adalah :

1. *Batching plant* harus direncanakan sedemikian rupa sehingga sesuai dengan ukuran dari proyek.
2. Ukuran bin pada *batching plant* harus cukup besar serta efektif agar dapat menampung kapasitas hasil produksi dari suatu plant.
3. Antara bin untuk menampung semen dan *weigh hopper* harus dilengkapi dengan saringan debu agar tidak mempengaruhi ketepatan pengukuran semen.
4. Bin untuk agregat halus (pasir) harus dibedakan dengan bin untuk agregat kasar (kerikil), demikian juga bin untuk agregat kasar harus dibedakan untuk berbagai ukuran.
5. Paling tidak 2 kali dalam satu shift, skala yang dioperasikan secara manual harus diseimbangkan pada keadaan nol. *Interlocks* pada *automatic batcher* juga harus diperiksa dengan benar. Pengecekan pada *weigh hopper* perlu dilakukan untuk mengetahui adanya ketidaktepatan, kerusakan dan material yang menempel pada *weigh hopper*.
6. Tersedia *weigh hopper* untuk agregat sehingga agregat dapat diperiksa dengan mudah dan diambil contohnya.
7. Konstruksi *weigh hopper* harus dibuat sedemikian rupa sehingga semua material dapat dikeluarkan dengan mudah dengan metode gravitasi tanpa ada material yang menempel pada *hopper* (lihat gambar 5-2).
8. Semua peralatan terutama ujung pisau harus berada dalam kondisi yang baik, bebas dari gesekan, dapat dengan mudah diperiksa dan dibersihkan, terlindungi dari debu dan kontaminasi. Semua baut harus sudah kencang sehingga *weigh hopper* tidak mengalami kebocoran.

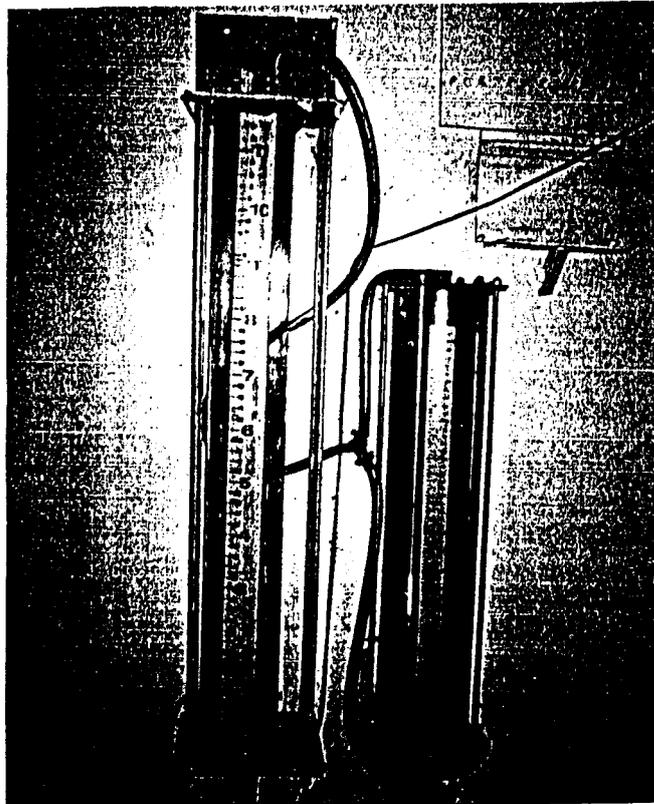
9. Tangki untuk menampung air sebaiknya berbentuk silinder dengan satu siphon sebagai sarana untuk mengeluarkan air.
10. Adanya alat ukur *flowmeter* atau pintu bukaan material pembuat beton yang sudah dikalibrasi sehingga dapat menentukan dan mengontrol dengan benar banyaknya material yang sudah dikeluarkan (lihat gambar 5-3).
11. Adanya dispenser untuk mengeluarkan admixture yang dapat mengukur dengan benar dosis yang dikeluarkan untuk satu kali proses (lihat gambar 5-4).



Gambar 5-2. Konstruksi *weigh hopper* yang benar

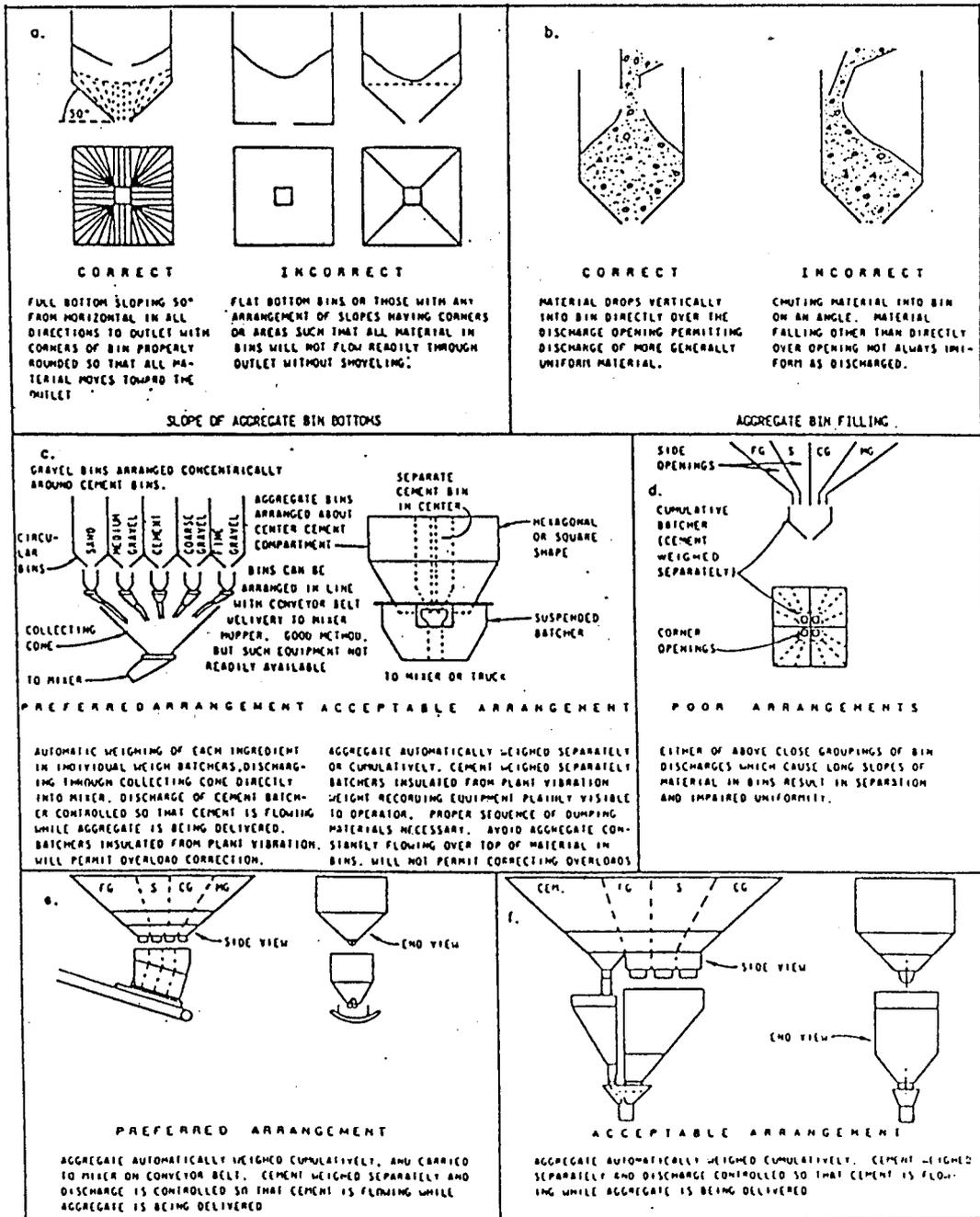


Gambar 5-3. Pintu bukaan material pembuat beton



Gambar 5-4. *Dispenser* untuk mengeluarkan *admixture*

Beberapa ilustrasi pada gambar 5-5 berikut ini akan memberikan gambaran mengenai metode *batching* yang salah dan yang benar.



Gambar 5-5. Metode *batching* yang benar dan yang salah

## 5.4 PROSES *BATCHING* MATERIAL-MATERIAL PENYUSUN BETON

### 5.4.1 Toleransi pengukuran atau penimbangan

Setelah semua peralatan-peralatan di *batching plant* berada dalam kondisi yang baik maka proses *batching* sudah dapat dilakukan. Ketepatan dari pekerjaan di *batching plant* dapat dinilai berdasarkan variasi dari pengukuran berat dari material pembentuk beton per m<sup>3</sup> yang dikorelasikan berdasarkan nilai yang ditentukan dan toleransi yang dispesifikasikan seperti tabel 5-1.

Tabel 5-1. Toleransi pengukuran / penimbangan pada proses *batching*

MATERIAL	TOLERANSI YANG DIJINKAN (%)
• Semen	± 1,0
• Agregat halus (pasir)	± 1,5
• Agregat kasar (kasar)	± 1,5
• Air yang ditambahkan	± 1,0
• Campuran air	± 1,0
• <i>Admixture</i>	± 3,0

Dari nilai bacaan yang keluar batasan yang ditentukan dalam spesifikasi selanjutnya dapat ditentukan pola-pola statistik dari suatu proses yang dijabarkan berdasarkan bentuk, rentang, nilai dan kemiringan. Kapabilitas dari proses dapat dinyatakan dengan *capability index* (indeks nilai kapabilitas)  $C_p$ ,  $C_{pk}$  dan  $C_{pm}$ .

### 5.4.2 Proses *Batching* pada semen

Sebelum proses *batching* pada semen dilakukan, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik dari material semen yang telah dibahas

pada bab IV. Grafik *control chart* untuk kadar semen terdapat pada gambar 5-6.

Dari *Quality Control Charts* untuk semen pada gambar 5-6 dapat diketahui :

MATERIAL	BT	BSA	BSB	$\sigma_x$	$\mu_x$
♦ Semen	420,0	424,2	415,8	2,8	420,1

Kapabilitas proses dihitung dengan cara :

- ♦ *Percent defective* = Pembacaan nilai persentasi di luar batasan spesifikasi.

$$= \frac{\text{Nilai - nilai di luar batas spesifikasi}}{\text{Jumlah pembacaan}} \times 100\%$$

$$= 1,79 \%$$

- ♦ Capability index  $C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma_x}$
- $$= (424,2 - 415,8) / (6 * 2,8) = 0,50 < 1,00$$

- ♦ Capability index  $C_{pk} = \frac{\text{Minimum}[Z_{BSA}; -Z_{BSB}]}{3}$
- $$Z_{BSA} = \frac{424,2 - 420,1}{2,8} = 1,46$$
- $$Z_{BSB} = \frac{415,8 - 420,1}{2,8} = -1,54$$
- $$C_{pk} = \frac{\text{Minimum}[1,46; 1,54]}{3} = 0,49 < 1,00$$

- ♦ Capability index  $C_{pm} = \frac{BSA - BSB}{\sqrt{\frac{s^2}{x} + \frac{s^2}{x} + BT}}$

$$C_{pm} = \frac{424,2 - 415,8}{6\sqrt{2,8^2 + (420,1 - 420)^2}} = 0,50 < 1,00$$

MATERIAL	Percent defective (%)	$C_p$	$C_{pk}$	$C_{pm}$
♦ Semen	1,79	0,50	0,49	0,50

Indeks nilai kapabilitas  $C_p = 0,50$  menunjukkan bahwa penyebaran proses lebih besar daripada penyebaran spesifikasi. Karena nilai rerata ( $\mu_x = 420,1$ ) mendekati nilai batas tengah (BT = 420,0), maka indeks  $C_{pk}$  (= 0,49) hampir sama dengan indeks  $C_p$  (= 0,50). Sedangkan dengan nilai rerata ( $\mu_x = 420,1$ ) yang mendekati nilai batas tengah (BT = 420,0) dan simpangan yang terjadi ( $\sigma_x = 2,8$ ) relatif kecil, maka indeks  $C_{pm}$  sama dengan indeks  $C_p$ .

Pada gambar 5-6 terlihat bahwa pembacaan yang *stable form of mixture* (bentuk yang stabil dari *mixture*) pada daerah batas tengah (BT = 420) dan hanya beberapa pembacaan saja yang menunjukkan *freaks* (beberapa titik berbeda dari populasi yang normal). Hal ini menunjukkan ada *assignable cause* (penyebab-penyebab yang dapat ditetapkan), yaitu karena faktor manusia, misalnya pergantian operator atau operator yang sudah lelah.

#### 5.4.2 Proses Batching pada agregat halus (pasir)

Sama seperti semen, sebelum proses batching pasir dilakukan, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik dari material pasir yang telah

dibahas pada bab IV. Grafik *control chart* untuk kadar pasir terdapat pada gambar 5-7.

Dari *Quality Control Charts* untuk pasir pada gambar 5-7 dapat diketahui :

MATERIAL	BT	BSA	BSB	$\sigma_x$	$\mu_x$
♦ Pasir	682,0	692,2	671,8	3,7	680,4

Selanjutnya dengan cara yang sama seperti pada semen, maka dapat dihitung :

MATERIAL	Percent defective (%)	$C_p$	$C_{pk}$	$C_{pm}$
♦ Pasir	0.90	0.92	0.77	0.84

Indeks nilai kapabilitas pada pasir tampak lebih baik dibandingkan dengan semen, yaitu  $C_p = 0,92$ ,  $C_{pk} = 0,77$ ,  $C_{pm} = 0,84$ .

Pada gambar 5-7 terlihat bahwa pembacaan yang *stable form of mixture* pada daerah batas tengah (BT = 682) dan hanya beberapa pembacaan saja yang menunjukkan *freaks*. Hal ini menunjukkan ada *assignable cause*, yaitu karena faktor manusia, misalnya pergantian operator atau operator yang sudah lelah.

#### 5.4.3 Proses Batching pada agregat kasar

Sama seperti semen dan pasir, sebelum proses batching agregat kasar dilakukan, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik dari material

pasir yang telah dibahas pada bab IV. Grafik *control chart* untuk kadar agregat kasar ini meliputi split 5/10, 10/20 dan 20/25 seperti terlihat pada gambar 5-8, 5-9 dan 5-10.

Dari *Quality Control Charts* untuk agregat kasar pada gambar 5-8, 5-9 dan 5-10 dapat diketahui :

MATERIAL	BT	BSA	BSB	$\sigma_x$	$\mu_x$
♦ Split 5/10	334,0	339,0	329,0	7,4	335,0
♦ Split 10/20	467,0	474,0	460,0	2,4	468,8
♦ Split 20/25	312,0	316,7	307,3	3,2	311,8

Selanjutnya dengan cara yang sama seperti pada semen dan pasir, maka dapat dihitung :

MATERIAL	Percent defective (%)	$C_p$	$C_{pk}$	$C_{pm}$
♦ Split 5/10	2,47	0,23	0,18	0,22
♦ Split 10/20	2,02	0,97	0,92	0,78
♦ Split 20/25	1,79	0,49	0,47	0,49

Indeks nilai kapabilitas untuk agregat split 5/10 tampak lebih kecil dibandingkan dengan split 10/20 maupun split 20/25, karena simpangan terjadi pada split 5/10 ( $\sigma_x = 7,4$ ) lebih besar dari yang lainnya.

Pada ketiga gambar 5-8, 5-9 dan 5-10 terlihat bahwa pembacaan yang *stable form of mixture* (bentuk yang stabil dari *mixture*) pada daerah batas tengah dan hanya beberapa pembacaan saja yang menunjukkan *freaks*. Hal ini menunjukkan ada *assignable cause*, yaitu karena faktor manusia, misalnya pergantian operator atau operator yang sudah lelah.

#### 5.4.4 Proses *Batching* pada air

Sama seperti semen, pasir dan agregat kasar, sebelum proses *batching* air dilakukan, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik dari material air yang telah dibahas pada bab IV. Grafik *control chart* untuk kadar air ini terlihat pada gambar 5-11.

Dari *Quality Control Charts* untuk air pada gambar 5-11 dapat diketahui :

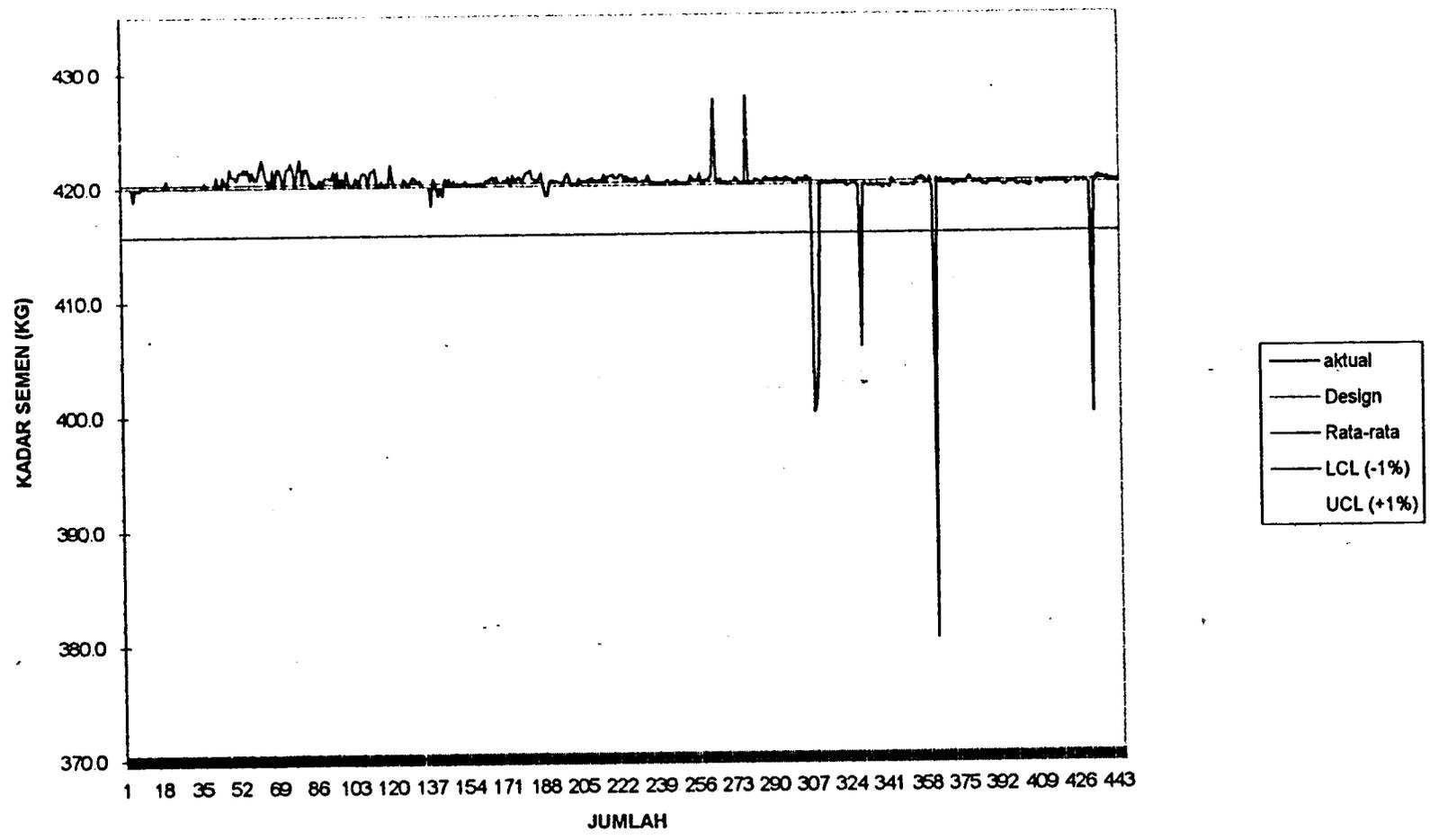
MATERIAL	BT	BSA	BSB	$\sigma_x$	$\mu_x$
♦ Air	195,0	197,0	193,0	2,4	197,7

Selanjutnya dengan cara yang sama seperti pada semen, pasir dan agregat kasar, maka dapat dihitung :

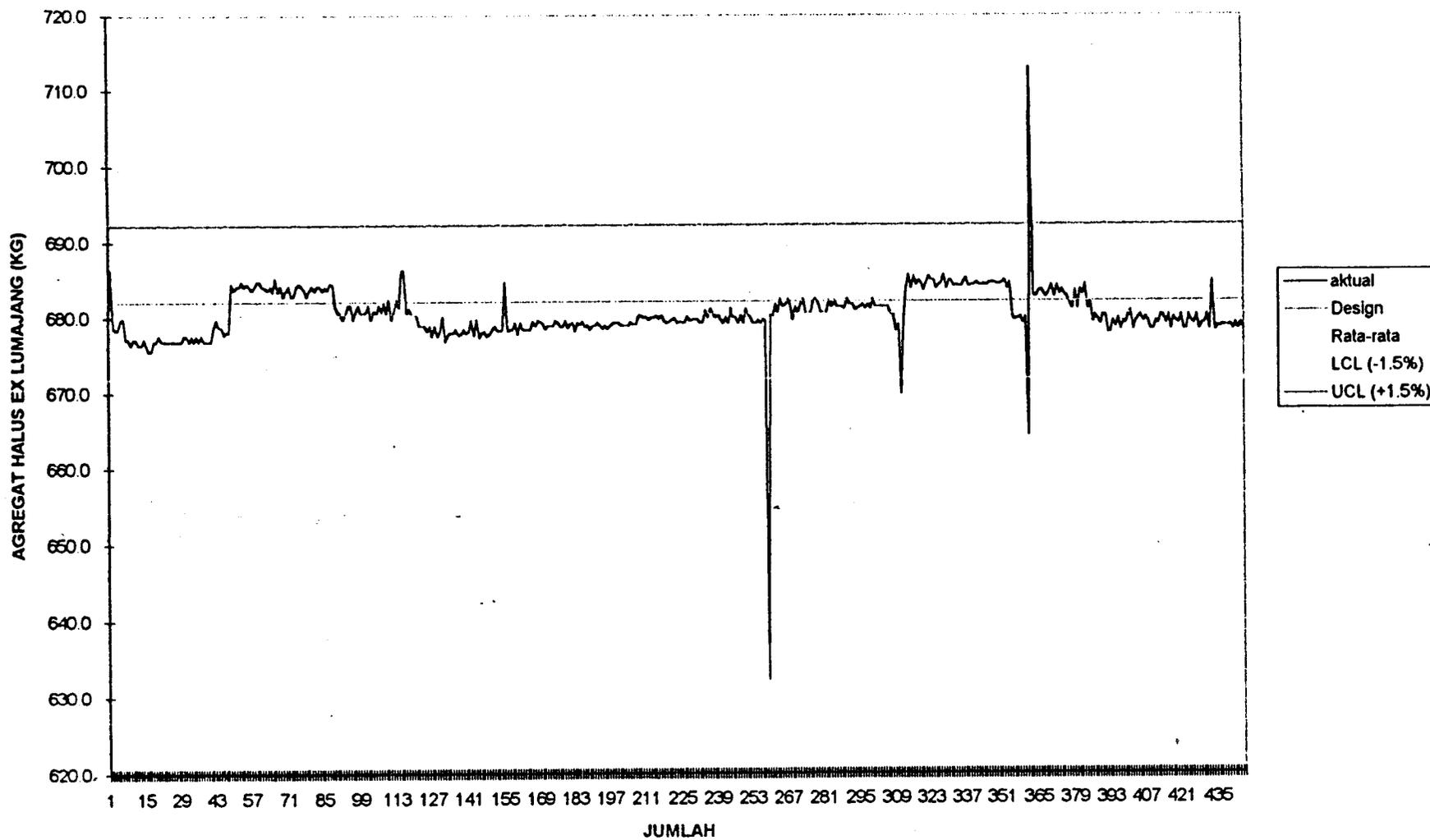
MATERIAL	Percent defective (%)	$C_p$	$C_{pk}$	$C_{pm}$
♦ Air	76,01	0,28	-0,10	0,18

Indeks nilai kapabilitas pada air menunjukkan kecakapan proses yang paling jelek dibandingkan pada semen, pasir dan agregat kasar, hal ini disebabkan nilai rerata ( $\mu_x = 197,7$ ) yang keluar atau melampaui batas spesifikasi atasnya ( $BSA = 197$ ).

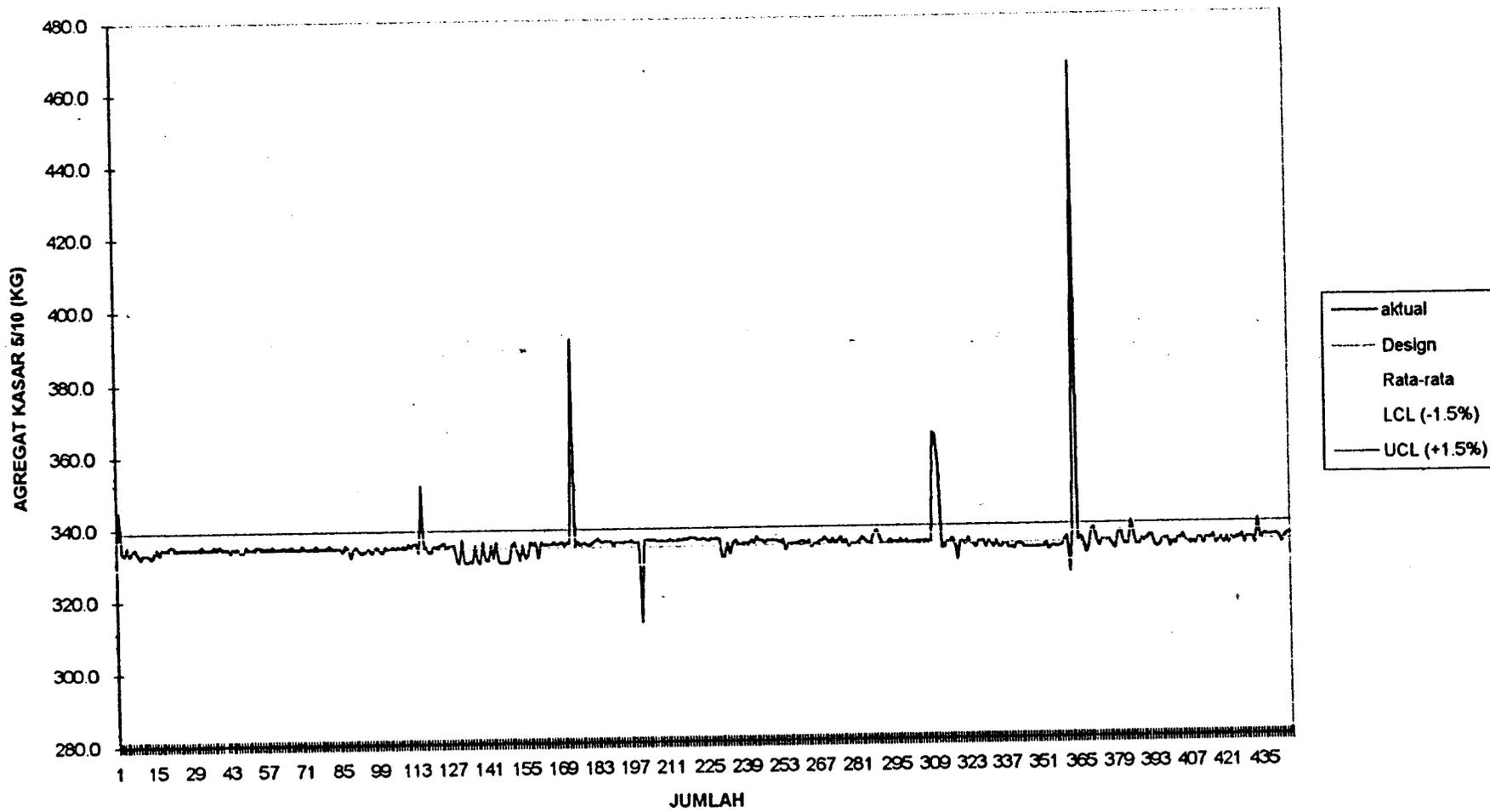
Pada gambar 5-11 terlihat bahwa banyak pembacaan yang *stable form of mixture* pada daerah sedikit di atas batas spesifikasi atas ( $BSA = 197$ ) dan sedikit pembacaan yang *stable form of mixture* pada daerah sedikit di bawah batas spesifikasi bawahnya ( $BSB = 193$ ).

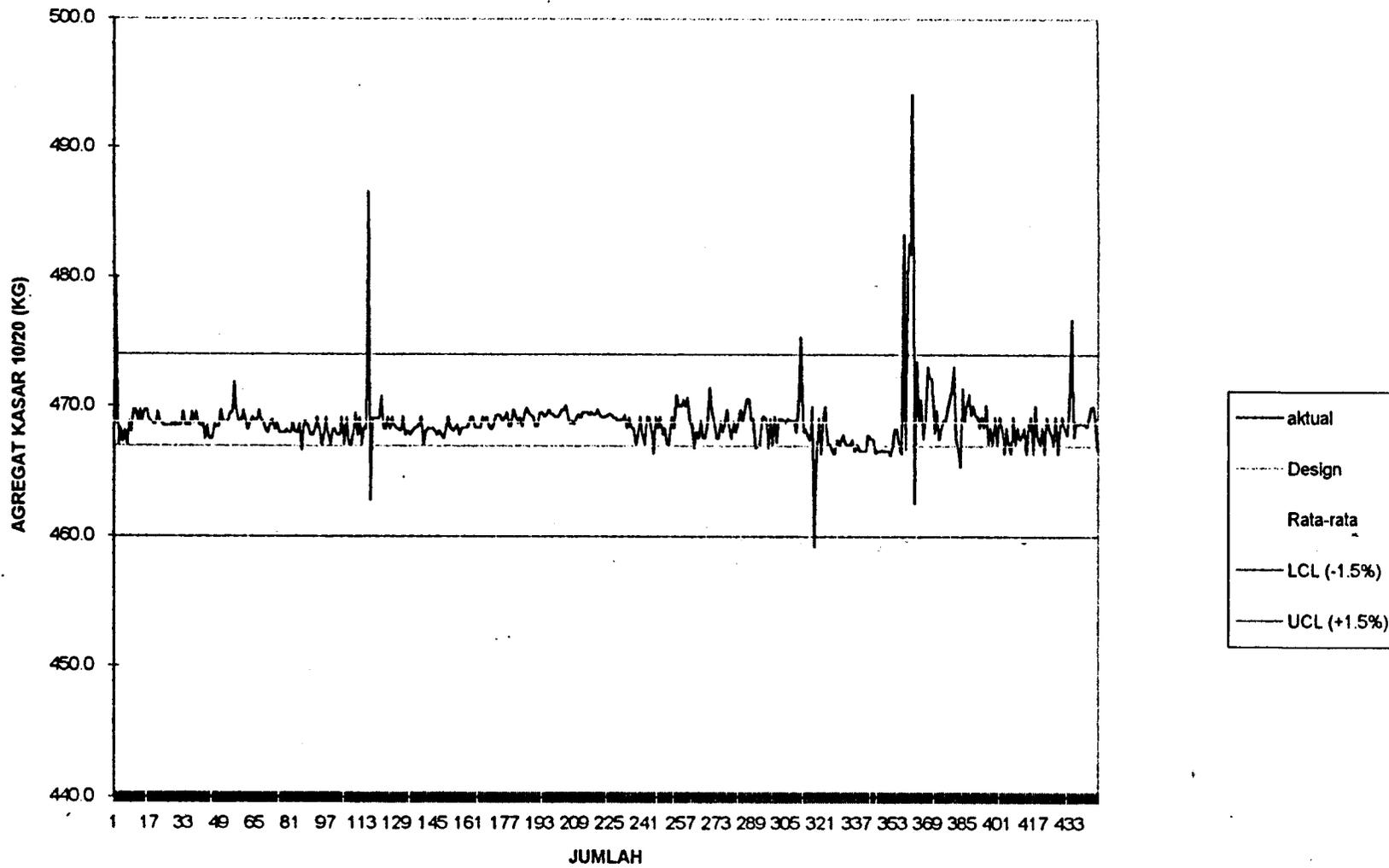


Gambar 5-6. Proses *batching* pada semen

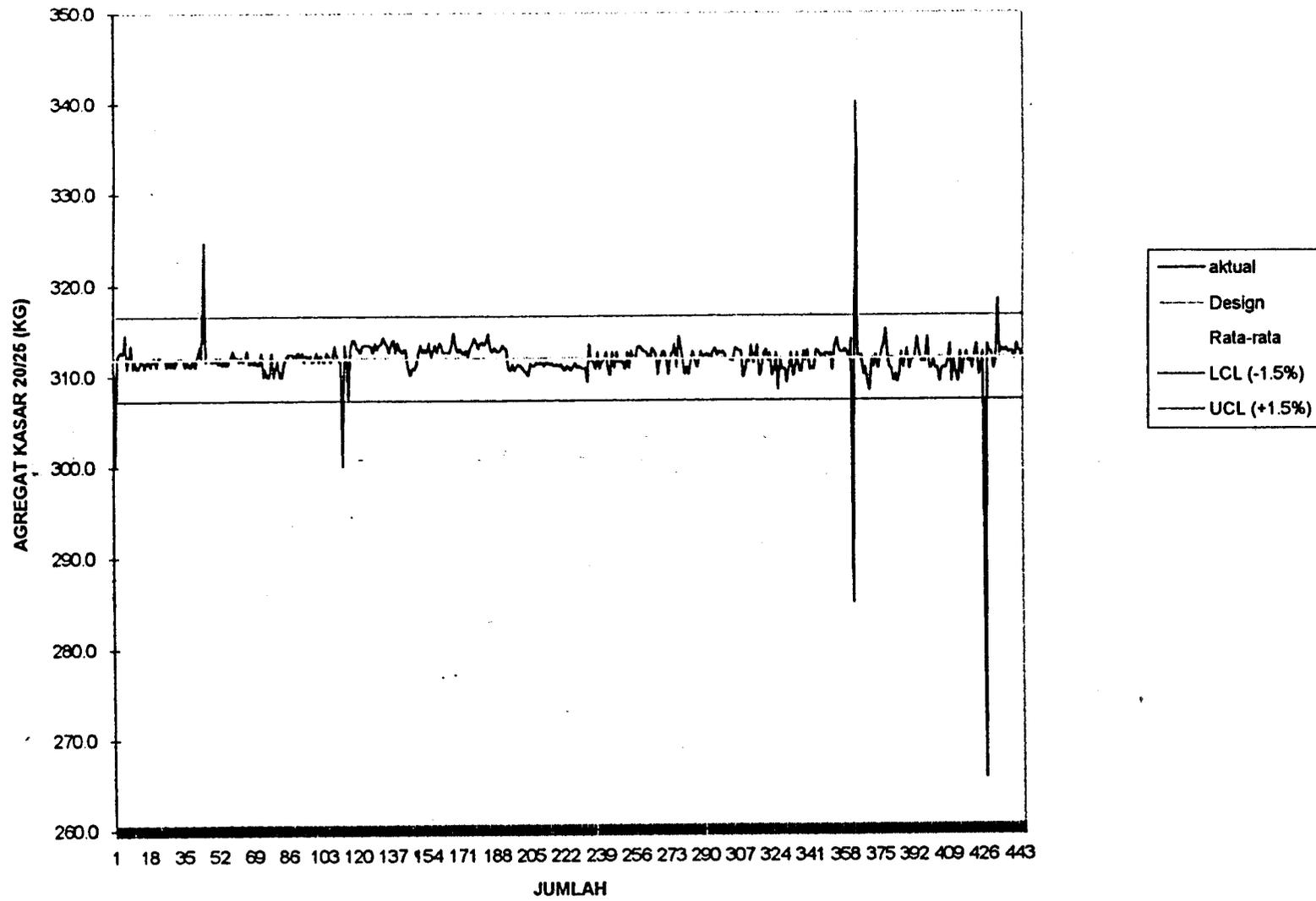


Gambar 5-7. Proses *batching* pada pasir

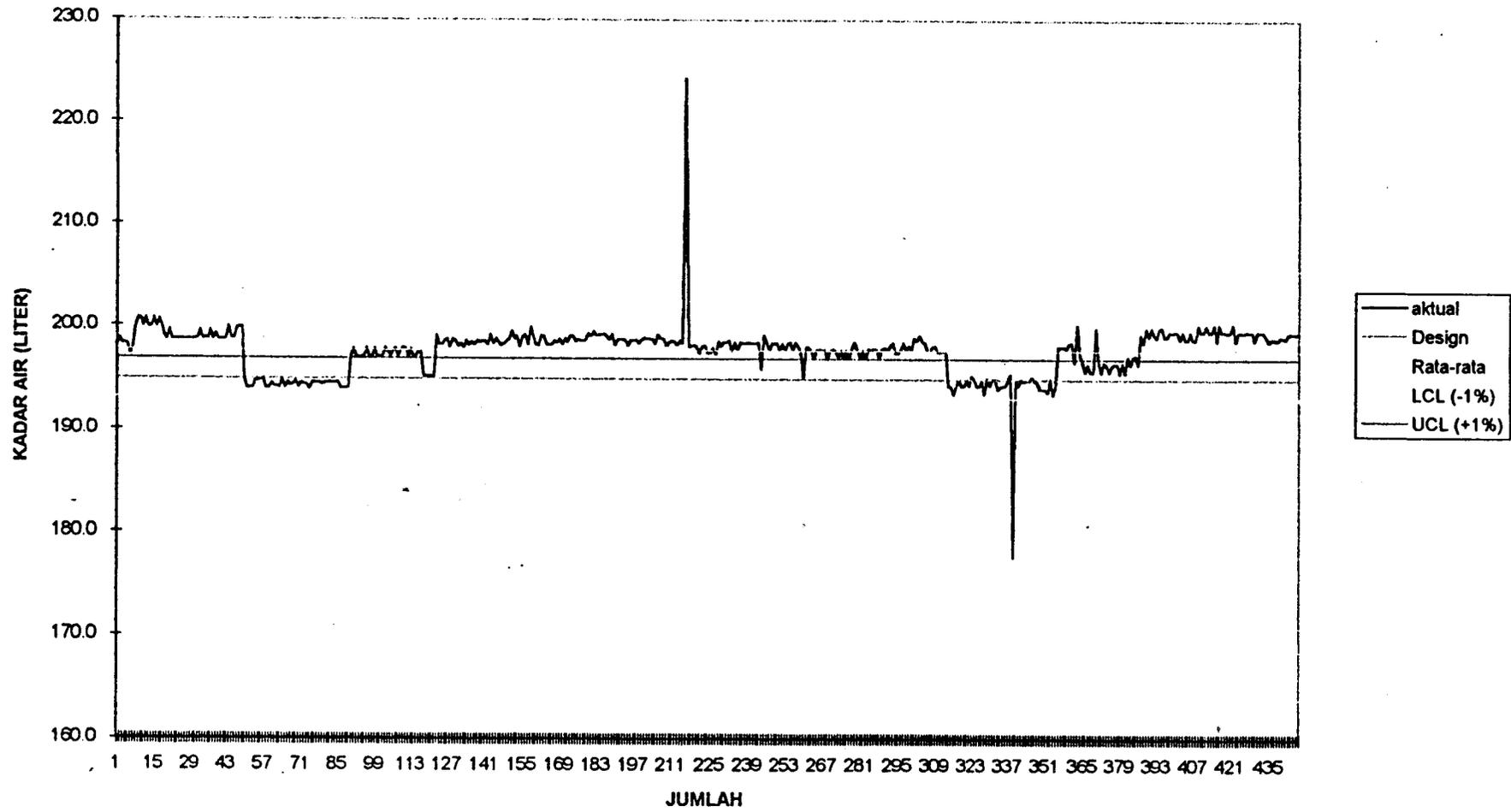
Gambar 5-8. Proses *batching* pada split 5/10



Gambar 5-9. Proses *batching* pada split 10/20



Gambar 5-10. Proses *batching* pada split 20/25

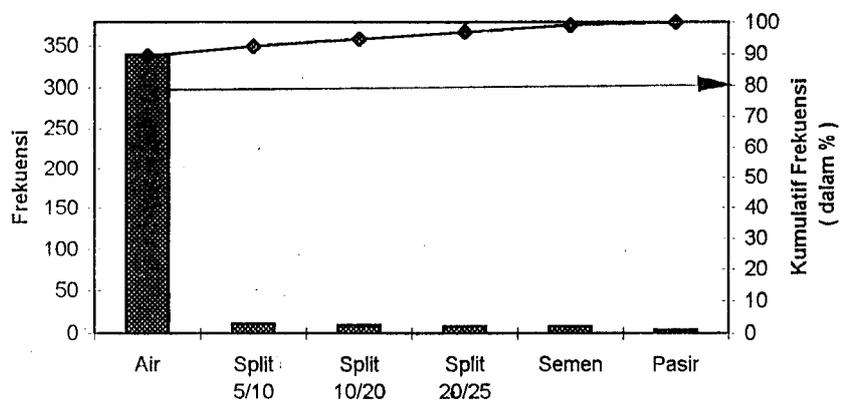


Gambar 5-11. Proses *batching* pada air

### 5.5 USAHA-USAHA PERBAIKAN PROSES *BATCHING*

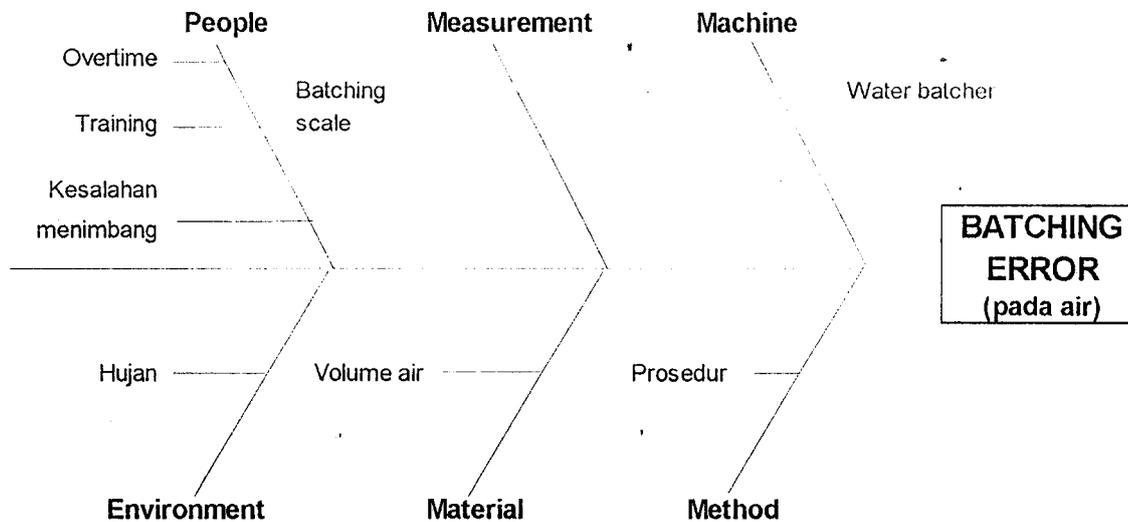
Dari pembuatan control charts yang dilakukan pada proses *batching*, diketahui bahwa pada semen, pasir, agregat kasar (split 5/10, 10/20, 20/25) dan air tidak memenuhi persyaratan spesifikasi, selanjutnya untuk mengetahui pada material yang manakah kesalahan terbesar terjadi, maka dibuat **diagram Pareto**, sehingga dapat diambil tindakan-tindakan yang diperlukan sehubungan dengan kesalahan pada material tersebut. Setelah diketahui material mana yang mengakibatkan kesalahan terbesar terjadi, kemudian dengan **diagram sebab-akibat** dicari penyebab-penyebabnya. Selanjutnya setelah mengetahui penyebab-penyebabnya, dilakukan pemeriksaan lagi terhadap sebab-sebab tersebut dengan membuat lagi **diagram Paretonya**.

PARETO	FREKUENSI	KUMULATIF FREKUENSI (%)
• Air	339	89,45
• Split 5/10	11	92,35
• Split 10/20	9	94,72
• Split 20/25	8	96,83
• Semen	8	98,94
• Pasir	4	100,00



Gambar 5-12. Diagram Pareto untuk *batching error* dari material-material penyusun beton

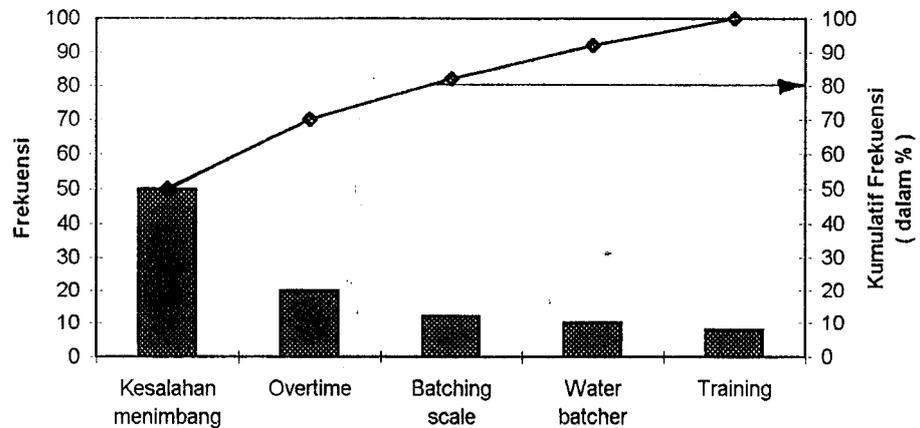
Ternyata 80% akibat pada *batching error* disebabkan oleh air. Untuk itu, pada air tersebut akan diperiksa lebih lanjut untuk menemukan penyebabnya seperti yang ditunjukkan oleh diagram sebab akibat berikut ini :



Gambar 5-13. Diagram sebab akibat untuk air

Setelah mengetahui berbagai penyebab dari masalah-masalah yang terjadi pada proses batching untuk air, maka selanjutnya dilakukan pemeriksaan lagi terhadap sebab-sebab tersebut dengan membuat lagi diagram Paretonya.

PARETO	FREKUENSI	KUMULATIF FREKUENSI (%)
• Kesalahan menimbang	50	50
• Overtime	20	70
• Batching scale	12	82
• Water batcher	10	92
• Training	8	100



Gambar 5-14. Diagram Pareto untuk berbagai masalah pada air

Ternyata 80% akibat pada air disebabkan oleh kesalahan menimbang, *overtime* dan skala penimbangan pada proses *batching*.

Akhirnya diambil tindakan-tindakan yang diperlukan untuk memperbaiki proses *batching* tersebut. Tindakan-tindakan perbaikan tersebut di antaranya :

1. Penimbangan air harus dilakukan dengan lebih teliti.
2. Menghindari jam kerja lembur operator dengan pergantian operator sesuai jam kerjanya secara lebih teratur dan terprogram dengan baik.
3. Mengecek kembali apakah skala pada *batching* sudah dikalibrasi dengan benar.
4. Menghilangkan *probable assignable causes* (penyebab-penyebab yang dapat ditetapkan) pada saat-saat pergantian operator, yaitu sebelum terjadi pergantian operator maka operator yang akan menggantikan diharuskan datang 30 menit sebelum bekerja untuk mengamati terlebih dahulu *proses batching* yang