

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	02	02	186 - 195	2017	2252 - 5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs. Ir. H. Karyoto, M.S
2. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Ari Widayanti, S.T,M.T
5. Agus Wiyono,S.Pd, M.T
6. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol 2 Nomer 2/rekat/17 (2017)	
PEMANFAATAN BATU APUNG DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LUMPUR SIDOARJO (LUSI) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS	
<i>Abdul Ra'uf Alfansuri, Arie Wardhono,</i>	01 – 11
ANALISA SISA MATERIAL DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK APARTEMEN ROYAL CITYLOFT SURABAYA	
<i>M. Alfin Ahfiyatna, Didiek Purwadi,</i>	12 – 23
PENGARUH PENYIRAMAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS PAVING STONE GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG	
<i>Raditya Eko Kurniawan, Arie Wardhono,</i>	24 – 35
STUDI POLA OPERASI WADUK WONOREJO UNTUK PLTA	
<i>Pandra Christanty Suharto, Kusnan,</i>	36 – 41
ANALISIS NILAI PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PEMASANGAN DINDING PRECAST PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT	
<i>Fani Febri Dewi Utami, Mas Suryanto HS,</i>	42 – 54
PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PEMASANGAN BEKISTING DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT DI WILAYAH SURABAYA	
<i>Rizky Astri Widyawati, Sutikno,</i>	55 – 76
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA MODEL K-TRUSS	
<i>Ndaru Kusumo, Karyoto,</i>	77 – 86
MODEL HUBUNGAN ANTARA KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN KOMPOSISI LALU LINTAS PADA JALAN PROVINSI DI KABUPATEN MOJOKERTO (Studi Kasus: Jl. Raya Mlirip, Jl. Magersari-Ngares Kidul, Jl. Raya Gempolkerep)	
<i>Rizki Inkasari, Purwo Mahardi,</i>	87 – 97

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ASBES SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELATISITAS BETON

Liga Triswasono, Sutikno, 98 – 103

PENGOPTIMALAN PEMASANGAN JARAK ANTAR BAUT TERHADAP TERJADINYA *CURLING* PADA SAMBUNGAN PELAT

Hendry Yudha Pranata, Arie Wardhono, 104 – 111

ANALISA PERBANDINGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM) DAN SISTEM GANDA PADA PERENCANAAN ULANG HOTEL ICON GRESIK TERHADAP LUASAN TULANGAN BALOK DAN KOLOM

Yasher Arafat, Sutikno, 112 – 117

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH GAS ASETILEN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN BATU BATA DITINJAU DARI KUALITAS SESUAI SNI 15-2094-2000

Mohamad Nisfi Fazar Romadhon, Arie Wardhono, 118 – 124

PENGOPTIMALISASIAN PEMASANGAN BAUT PADA TEPI SAMBUNGAN PELAT TARIK

Nurul Burhanudin, Arie Wardhono, 125 – 131

PENGARUH VARIASI BENTANG PANJANG BALOK STRUKTUR BETON TERHADAP KINERJA STRUKTUR DENGAN ANALISIS *PUSHOVER* BERDASARKAN ATC-40 DAN SNI 1726:2012

Mohamad Sahal Rifa'i Chairul Aziz, Arie Wardhono, 132 – 140

PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT GESER MORTAR TANPA SEMEN BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DAN SODIUM HIDROKSIDA 12 MOLAR PADA APLIKASI PASANGAN BATA MERAH

Nova Bima Prayogo, Arie Wardhono, 141 – 149

ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DIBANDINGKAN DENGAN DAYA DUKUNG *HYDRAULIC JACKING SYSTEM* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG B LPMP PROVINSI JATIM

Akbar Setyo Romadhoni, Machfud Ridwan, 150 – 160

PERENCANAAN ULANG JEMBATAN BUSUR RANGKA BAJA DENGAN VARIASI JARAK KABEL PENGGANTUNG DAN JARAK GELAGAR MELINTANG (STUDI KASUS JEMBATAN BATOQ MALEQ KABUPATEN MAHAKAM ULU)

Miftakhul Huda, Mochamad Firmansyah S., 161 – 165

PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN METODE *CABLE STAYED* DENGAN VARIASI KABEL STRUKTUR PEMIKUL UTAMA (STUDI KASUS JEMBATAN GANTUNG BATOQ MALEQ KABUPATEN MAHAKAM ULU)

Timur Prahnalaga Wira, Mochamad Firmansyah S. 166 – 171

PERBANDINGAN BIAYA PERENCANAAN PERKERASAN KAKU ANTARA METODE BINA MARGA DAN AASHTO PADA RUAS JALAN GONDANG-LENGKONG KABUPATEN MOJOKERTO

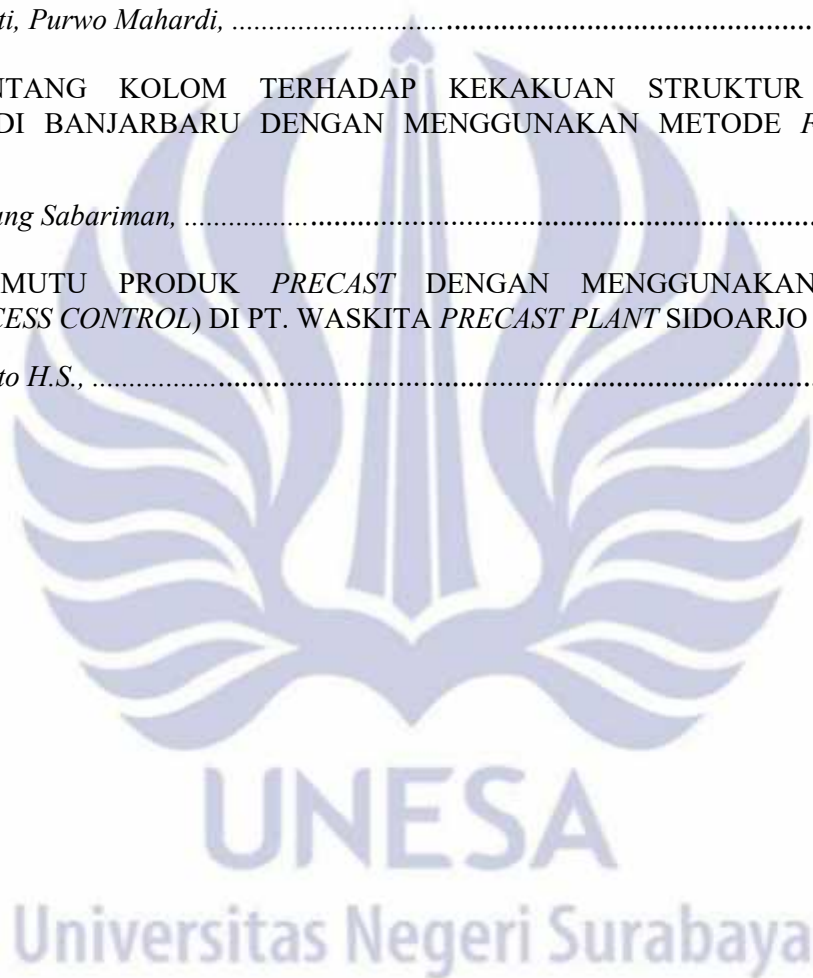
Rindah Intansari Mukti, Purwo Mahardi, 172 – 176

PPENGARUH BENTANG KOLOM TERHADAP KEKAKUAN STRUKTUR PADA HOTEL DIRENCANAKAN DI BANJARBARU DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FLAT SLAB-DROP PANEL*

Kurnianingsih, Bambang Sabariman, 177 – 185

PENGENDALIAN MUTU PRODUK *PRECAST* DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPC (*STATISTICAL PROCESS CONTROL*) DI PT. WASKITA *PRECAST PLANT* SIDOARJO

Nur Aini, Mas Suryanto H.S., 186 – 195



PENGENDALIAN MUTU PRODUK PRECAST DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPC
(STATISTICAL PROCESS CONTROL)
DI PT. WASKITA PRECAST PLANT SIDOARJO

Nur Aini, Mas Suryanto H.S.

Teknik Sipil, FT, Universitas Negeri Surabaya

Email: nur.aini12@yahoo.co.id, massuryanto@unesa.ac.id

Abstrak

PT. Waskita Beton *Precast Plant* Sidoarjo merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang memproduksi *precast*. Beton *precast* adalah beton yang dibuat dicetak dengan ukuran yang sudah ditentukan atau disesuaikan dengan aplikasi kerja sehingga bisa menghemat biaya dan efisien waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui proses produksi dalam menghasilkan produk *girder* mutu K-500 yang sesuai dengan spesifikasi.

Salah satu teknik pengendalian mutu yang dapat digunakan suatu industri adalah pengendalian mutu dengan metode SPC (*statistical process control*), yaitu suatu cara pengendalian yang dilakukan melalui pengumpulan dan analisis data kuantitatif selama berlangsungnya proses produksi. Pengendalian kualitas secara statistik dengan menggunakan SPC mempunyai 7 (tujuh) alat statistik utama yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengendalikan kualitas, antara lain *flow chart*, *Check Sheet*, diagram pareto, diagram sebab-akibat, histogram, diagram tebar, dan peta kendali.

Dari hasil penelitian ini kemampuan proses produksi balok *girder* dengan mutu beton K-500 dengan panjang 30,8 meter dan tinggi 2,1 meter setelah dilakukan perbaikan mempunyai nilai C_p sebesar 5,36 yang berarti memuaskan karena memiliki nilai C_p lebih dari 1,33.

Kata Kunci: Pengendalian Mutu, *Statistical Process Control*, *Precast*

Abstract

PT. Precast Concrete Plant *clairvoyant* Sidoarjo is one company in Indonesia which produce precast. The concrete is a precast concrete dicetak Created By size is well defined or Adjusted for working applications that can save cost and process efficient cover of Time. The purpose of this study was to determine the production process in producing quality *girder* K-500 in accordance with the specifications.

One technique that can be used quality control of an industry is the quality control methods of SPC (*statistical process control*), which is a way of controlling performed through the collection and analysis of quantitative data during the production process. Quality control statistically by using SPC has seven (7) tools key statistics that can be used as a tool for controlling quality, including flow charts, Check Sheet, Pareto diagram, a diagram of causation, histograms, diagrams stocking, and map control.

From this research, production process capability beam *girder* with concrete quality K-500 with a length of 30.8 meters and a height of 2.1 meters after repair has a C_p value of 5.36, which means satisfying because it has a C_p value of more than 1.33.

Keywords: Quality Control, *Statistical Process Control*, *Precast*

PENDAHULUAN

Semakin ketatnya persaingan di era globalisasi menyebabkan setiap perusahaan dituntut untuk berkompetisi dengan perusahaan lain dalam industri yang sama. Tidak hanya cukup dengan memberikan kualitas pelayanan terbaik akan tetapi kualitas barang atau jasa yang ditawarkan juga harus mampu memberikan jaminan mutu agar mampu memenuhi tuntutan konsumen. Karena tidak dapat dipungkiri bahwa disisi lain konsumen semakin selektif dalam memilih sebuah produk barang atau jasa yang diminati.

Mutu pada industri *precast*, selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu diperhatikan mutu pada proses produksi. Hal yang lebih baik apabila perhatian pada mutu bukan pada produk akhir, namun pada proses produksinya atau produk yang masih ada dalam proses (*work in process*), sehingga bila ada kesalahan masih dapat diperbaiki. Dengan demikian,

produk akhir yang dihasilkan adalah produk yang bebas cacat dan tidak ada lagi pemborosan karena produk tersebut harus dibuang atau dilakukan pengerjaan ulang (*rework*).

Salah satu teknik pengendalian mutu yang dapat digunakan suatu industri adalah pengendalian mutu secara statistik (*statistical process control*) adalah suatu cara pengendalian proses yang dilakukan melalui pengumpulan dan analisis data kuantitatif selama berlangsungnya proses produksi. Selanjutnya dilakukan penentuan dan interpretasi hasil-hasil pengukuran yang telah dilakukan, sehingga diperoleh gambaran yang menjelaskan baik tidaknya suatu proses untuk peningkatan mutu produk agar memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan.

Namun seringkali terjadi ketidak puasan konsumen terhadap suatu produk dikarenakan mutu yang dihasilkan lebih rendah dengan hasil yang diterapkan,

meskipun proses produksi telah dilaksanakan dengan baik. Kesalahan-kesalahan dalam proses produksi mengakibatkan produk tidak sesuai dengan standar yang diterapkan. Hal tersebut merupakan salah satu faktor penurunan kualitas suatu produk. Maka dibutuhkan penerapan sistem pengendalian kualitas yang tepat yang mempunyai tujuan dan tahapan yang jelas, serta memberikan inovasi dalam melakukan pencegahan dan penyelesaian masalah-masalah yang dihadapi perusahaan. Pada *Statistical Process Control* (SPC). Pengendalian kualitas dengan alat bantu statistik bermanfaat pula mengawasi tingkat efisiensi. Jadi, dapat digunakan sebagai alat untuk mencegah kerusakan dengan cara menolak (*reject*) dan menerima (*accept*) berbagai produk yang dihasilkan, sekaligus upaya efisiensi. Dengan demikian, bisa juga sebagai alat untuk mengawasi proses produksi sekaligus memperoleh gambaran kesimpulan tentang spesifikasi produk yang dihasilkan secara umum.

Sesuai dengan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat di ambil dalam penelitian:

1. Bagaimana pengendalian mutu produk beton *precast* dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC)?
2. Bagaimana kemampuan proses produksi dalam menghasilkan produk beton *precast* yang sesuai dengan spesifikasi?

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat ditentukan tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Mengetahui penerapan metode *Statistical Process Control* (SPC) untuk pengendalian mutu produk beton *precast*.
2. Mengetahui kemampuan proses produksi dalam menghasilkan produk beton *precast* yang sesuai dengan spesifikasi.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Perusahaan
Sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan perusahaan mengenai pengendalian kualitas produksi dan menambah informasi mengenai metode-metode yang dapat dipakai untuk meningkatkan kualitas produknya.
2. Bagi Universitas
Dengan adanya mahasiswa yang melakukan penelitian, maka akan menambah relasi antara instansi atau perusahaan tempat mahasiswa S1 Teknik Sipil melaksanakan penelitian Selain itu dapat juga sebagai jalan untuk memperkenalkan program studi S1 Teknik Sipil Unesa kepada instansi atau perusahaan yang terkait.
3. Bagi Penulis
Menambah wawasan dalam menganalisis dan memecahkan suatu masalah khususnya tentang pengendalian kualitas.

Untuk mencegah dan memperkecil kekeliruan dalam penafsiran serta penyimpangan atau perluasan masalah maka peneliti membuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Alat SPC yang digunakan dalam penelitian ini adalah *check sheet*, stratifikasi, histogram, diagram tulang ikan, *scatter diagram*, diagram pareto, dan *control chart*.

2. Mutu yang akan diteliti didasarkan pada permasalahan mutu yang sering terjadi pada pelaksanaan mutu beton *precast*. Dalam kasus ini akan membahas tentang pengendalian mutu produk balok *girder* untuk mutu beton K-500 dengan panjang 30,8 m dan tinggi 2,1 m.

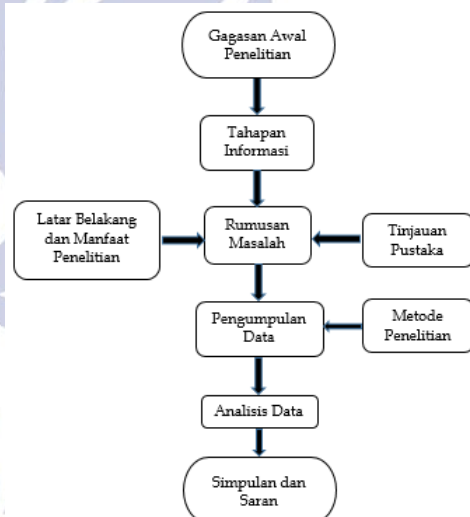
KAJIAN TEORI

Menurut Dorothea (2004) Istilah kualitas memang tidak terlepas dari manajemen kualitas yang mempelajari setiap era dari manajemen operasi dari perencanaan lini produk dan fasilitas, sampai penjadwalan dan memonitor hasil. Kualitas merupakan bagian dari semua fungsi usaha yang lain (pemasaran, sumber daya manusia, keuangan dan lain-lain). Dalam kenyataannya, penyelidikan kualitas adalah suatu penyebab umum yang alamiah untuk mempersatukan fungsi-fungsi usaha.

Selain itu, kualitas memerlukan suatu proses perbaikan yang terus menerus, yang dapat diukur, baik secara individual, organisasi, korporasi dan tujuan kinerja nasional. Dukungan manajemen, karyawan dan pemerintah untuk perbaikan kualitas adalah penting bagi kemampuan berkompetisi secara efektif di pasar global.

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif, yaitu kegiatan yang meliputi pengumpulan data dalam rangka menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan yang menyangkut keadaan pada waktu yang sedang berjalan dari pokok suatu penelitian. Adapun jenis yang dipakai adalah *survey*, digunakan untuk mengukur gejala-gejala yang ada tanpa menyelidiki mengapa gejala-gejala yang ada tanpa menyelidiki mengapa gejala-gejala tersebut ada. Gambar 1 merupakan alur dalam penelitian ini.

B. Lokasi Penelitian

Tempat penelitian adalah tempat yang digunakan dalam melakukan penelitian untuk memperoleh data yang diinginkan. Penelitian ini

bertempat di PT. Waskita Beton Precast Plant Sidoarjo di Jawa Timur.

C. Populasi dan Sampel

a. Populasi

Populasi adalah seluruh kumpulan obyek-obyek yang akan dipelajari atau diteliti, dan obyek dari penelitian ini adalah mutu beton *precast* yang memiliki permasalahan terbanyak.

b. Sampel

Dalam penelitian ini jumlah sampel terdiri dari sekurang-kurangnya 104 contoh pengujian berurutan atau dua kelompok pengujian berurutan yang jumlahnya sekurang-kurangnya 30 contoh pengujian (SNI 03-2847-2002).

D. Variabel dan Definisi Operasional

Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah faktor-faktor yang memengaruhi mutu beton.

2. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah mutu beton yang meliputi *nilai slump* dan kuat tekan beton.

E. Instrumen Penelitian

- a. Lembar Observasi
- b. Check Sheet
- c. Lembar Wawancara

F. Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi
2. Wawancara atau Dialog
3. Dokumentasi

G. Teknik Analisa Data

Dalam penelitian ini, pengolahan data dilakukan dengan menggunakan alat bantu yang terdapat pada *Statistical Process Control* (SPC). Adapun teknik analisa data pada Gambar 3.3 adalah sebagai berikut:

1. Studi pendahuluan di PT. Waskita Beton Precast Plant Sidoarjo dengan mencari informasi seputar pengendalian mutu pada *departement quality control* dengan cara wawancara dan mengamati dokumen.
2. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data sekunder yang meliputi *slump test* dan kuat tekan beton yang sudah berumur 28 hari.
3. Identifikasi masalah dilakukan dengan menggunakan *check sheet*, diagram pareto, diagram kendali dan histogram.

Histogram dapat dicari dengan menggunakan rumus:

a. Rata-rata Mean

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Dimana:

$\bar{X}$ = Rata-rata

n = Banyaknya data

i = Urutan dari 1 sampai n

X_i = Nilai data ke - i

b. Menentukan nilai u_i

$$u_i = \frac{T_i - a}{h}$$

Dimana:

u_i = nilai yang harus diisi pada kolom u baris ke - i

T_i = Titik kelas ke - i

a = Titik tengah kelas dimana u adalah 0

h = Interval kelas

c. Menghitung nilai rata-rata

$$\mu = a + h \left(\frac{\sum u_i f}{n} \right)$$

Dimana:

μ = nilai rata-rata populasi

a = Titik tengah kelas dimana u adalah 0

h = Interval kelas

$\sum u_i f$ = jumlah total u kali f

n = banyaknya data (jumlah total frekuensi)

d. Menentukan deviasi standar

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana:

s = deviasi standar

i = urutan data dari 1 - n

X_i = nilai data ke i

$\bar{X}$ = Rata - rata

n = Banyaknya data

Deviasi standarnya dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$s = h \sqrt{\frac{\sum u_i^2 f - (\sum u_i)^2}{n - 1}}$$

Dimana:

s = deviasi standar

h = Interval Kelas

$\sum u_i f$ = Jumlah total u kali f

$\sum u_i^2 f$ = jumlah total u kali $u_i^2 f$

n = banyaknya data

Varians dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Varians} = s^2$$

Dimana:

s = Deviasi standar

1) Perhitungan Kisaran (R)

$$R = X_a - X_b$$

Dimana:

R = Kisaran

X_a = Nilai maksimum data

X_b = Nilai minimum data

2) Penentuan Interval kelas (h)

$$h = \frac{R}{K}$$

Dimana: h = Interval Kelas
R = Kisaran
K = Jumlah Kelas

3) Perhitungan Titik Tengah Kelas (T)

Titik tengah kelas (T) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T_i = \frac{Bai + Bbi}{2}$$

Dimana:
Ti = Titik Tengah Kelas ke - i
Bai = Batas Atas Kelas ke - i
Bbi = Batas Bawah Kelas ke - i

4. Menemukan penyebab dari masalah menggunakan diagram sebab akibat. Untuk menemukan penyebab dilakukan diskusi dengan departement quality control di PT. Waskita Precat Plant Sidoarjo.

5. Mempelajari faktor yang berpengaruh menggunakan alat diagram pareto dan diagram tebar. Menentukan kekuatan hubungan antara pasangan data secara kuantitatif dapat diketahui dengan menghitung koefisien korelasi, didefinisikan sesuai rumus:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} S_{yy}}}$$

Dengan:

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^d x_i y_i - \frac{(\sum_{i=1}^d x_i)(\sum_{i=1}^d y_i)}{d}$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^d x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^d x_i)^2}{d} \quad S_{yy} = \sum_{i=1}^d y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^d y_i)^2}{d}$$

Dimana:

r = Koefisien Korelasi ($-1 \leq r \leq 1$)
xi = Nilai data sumbu x ke - i
yi = Nilai data sumbu y ke - i
d = Jumlah pasangan data

7. Mengontrol menggunakan peta kendali. Menentukan batas kendali dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut ini:

a. Untuk peta kendali x

$$UCL = \bar{\bar{x}} + 2,66 \text{ Rs}$$

$$CL = \bar{\bar{x}}$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - 2,66 \text{ Rs}$$

Dimana:

$\bar{\bar{x}}$ = Deviasi standar

h = Interval kelas

$\sum uf$ = Jumlah total u kali f

$\sum u^2 f$ = Jumlah total u kali uf

b. Untuk peta kendali s

$$UCL = \bar{\bar{s}} + A_2 \bar{R}$$

$$CL = \bar{\bar{s}}$$

$$LCL = \bar{\bar{s}} - A_2 \bar{R}$$

Dengan:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i$$

A₂ = Koefisien yang ditentukan oleh banyaknya data dalam subgroup.

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i$$

Dimana:

$\bar{\bar{x}}$ = Rta-rata total

k = Jumlah subgroup

$\bar{x}_i$ = Nilai rata-rata subgroup ke - i

$\bar{R}$ = Nilai rata-rata kisaran

R_i = Kisaran subgroup ke - i

c. Untuk peta kendali R

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

Dimana:

D₄, D₃ = Koefisien yang ditentukan oleh banyaknya data dalam subgroup.

$\bar{R}$ = Nilai rata-rata kisaran

d. Untuk peta kendali p

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$CL = \bar{p}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Dengan

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Dimana:

$\bar{p}$ = rata-rata rusak

p_i = Jumlah rusak subgroup ke = i

n = Ukuran subgroup

n_i = Ukuran subgroup ke - i

k = Jumlah subgroup

e. Untuk peta kendali pn

$$UCL = \bar{p}n + 3 \sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

$$CL = \bar{p}n$$

$$LCL = \bar{p}n - 3 \sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

Dimana:

$\bar{p}$ = Rata-rata rusak

n = Ukuran subgroup

f. Untuk peta kendali u

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$CL = \bar{u}$$

$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Dengan:

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Dimana:

$\bar{u}$ = Rata-rata jumlah unit

c_i = Jumlah cacat subgroup ke - i

n_i = Ukuran subgroup ke - i

n = Ukuran subgroup

g. Untuk peta kendali c

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$CL = \bar{c}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Dengan:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n}$$

Dimana:

$\bar{c}$ = Rata-rata jumlah cacat

c_i = Jumlah cacat subgrup ke - i

n = Jumlah subgrup

Tabel 1 Standar Evaluasi Kemampuan Proses

Indeks Kemampuan (Cp)	Ukuran Kemampuan Proses
> 1,33	Memuaskan
$1,00 \leq Cp \leq 1,33$	Cukup
< 1,33	Kurang

Sumber: Kume Hitoshi, Metode Statistik untuk Peningkatan Mutu, Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta: 1989, hal 71.

- Merencanakan langkah perbaikan menggunakan 5W+2H (*what, when, where, why, how, and how much*).
- Setelah mengetahui langkah perbaikan yang tepat maka harus diterapkan di lapangan dengan persetujuan PT. Waskita Precast Plant Sidoarjo.
- Mengambil data primer dilakukan ketika penerapan langkah perbaikan.
- Analisa hasil atau meneliti hasil dengan menggunakan *check sheet*, diagram pareto, diagram kendali, dan histogram.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

Dari Tabel 2 menjelaskan bahwa nilai kuat tekan yang diharapkan yaitu 500 kg/cm², tetapi pihak konsultan perencana dan *owner* menetapkan nilai kuat tekan dikalikan angka keamanan sehingga nilai kuat tekan rencana menjadi 525 kg/cm² pada umur 28 hari. Hal ini dikarena agar resiko kecelakaan semakin kecil. Tetapi untuk mencapai kuat tekan 525 kg/cm² pihak PT. Waskita menggunakan acuan *mix design* K-500.

Dalam kasus ini akan membahas tentang pengendalian mutu produk balok *girder* untuk proyek jalan tol Manado-Bitung dengan mutu beton K-500 dengan panjang 30,8 m dan tinggi 2,1 m.

Tabel 2 Spesifikasi Mutu Beton Precast sesuai SNI 03-284-2002

No.	Karakteristik Mutu	Spesifikasi Mutu	Rata-rata	Satuan
1.	Uji Slump	18 - 22 cm	20	cm
2.	Kuat Tekan 28 Hari	500	525	Kg/cm

Sumber: PT. Waskita Precast Plant Sidoarjo

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan Kasar

No.	Hasil Pemeriksaan	Hasil Agregat	
		Halus	Kasar 10-25 mm
1.	Modulus Kehalusan	2,87	6,809
2.	Masuk Daerah/zone	3	1
3.	Berat Jenis SSD	2,732 kg/cm ³	2,746 kg/cm ³
4.	Kadar Air	4,493 %	1,420 %
5.	Penyerapan	1,885 %	1,35 %
6.	Kadar Lumpur (<i>washing</i>)	1,0 %	0,80 %

Sumber: PT. Waskita Precast Plant Sidoarjo

Tabel 4 Mix Design untuk K-500

Semen (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Agregat Halus (kg/m ³)	Agregat Kasar (kg/m ³)	Additive P191 (kg/m ³)
468	145	812,7	1053,6	3,86
Total			2485,16 (kg/m ³)	

Sumber: PT. Waskita Precast Plant Sidoarjo

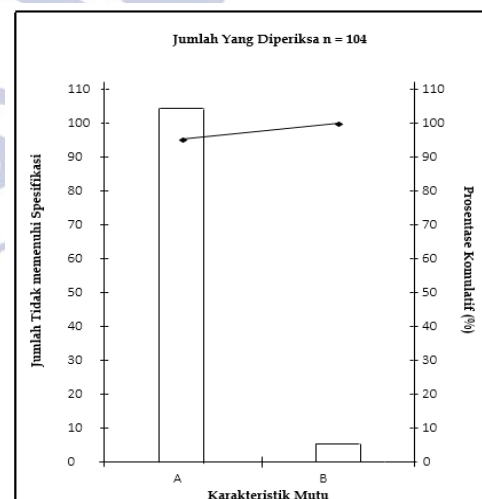
B. Pembahasan

1. Identifikasi Masalah

Tabel 5 Data Diagram Pareto dan Jumlah Test Karakteristik Mutu Beton

No.	Karakteristik Mutu	Kode	Tidak memenuhi spesifikasi	Jumlah Kumulatif	Presentase (%)	Bobot (%)
1.	Kuat Tekan	A	104	104	96,30	96,30
2.	Slump Test	B	4	108	3,70	100
Jumlah			108		100	

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa hasil karakteristik mutu yang tidak memenuhi spesifikasi paling banyak adalah kuat tekan. Sehingga kuat tekan akan menjadi sasaran utama program pengendalian mutu *girder*.



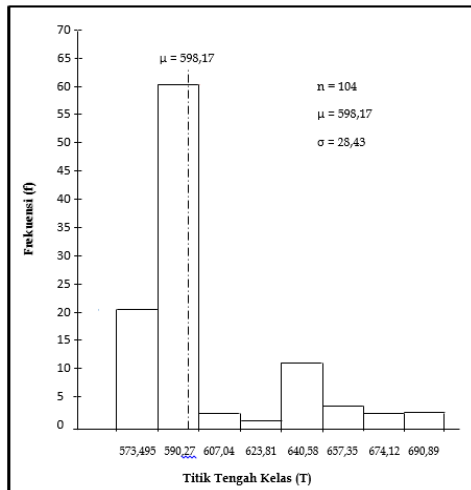
Gambar 2 Diagram Pareto Hasil Test Karakteristik Mutu beton

2. Memahami Data

Data mutu beton yang telah dikumpulkan selanjutnya dipahami dengan menggunakan histogram dan peta kendali.

a. Histogram

Histogram seperti Gambar 3 merupakan histogram tipe sarang tawon (*multi modal*) yang bentuknya tidak normal, dimana setiap kelas lainnya mempunyai frekuensi rendah dan mempunyai bentuk yang tidak beraturan. Hal ini terjadi karena jumlah unit dalam kelas bervariasi dan adanya hasil selisih data yang terlalu jauh, yaitu di salah satu batang histogram menunjukkan hasil data sebanyak 61 buah dan yang terendah sebanyak 1 buah.



Gambar 3 Histogram Kuat Tekan

b. Peta Kendali

Penentuan peta kendali dari kajian pustaka digunakan peta $\bar{x} - R$. Data yang diperlukan adalah data sekunder atau kontinu berdasarkan urutan tanggal produksi.

Tabel 6 Pembagian Subgrup Peta Kendali $\bar{x} - R$

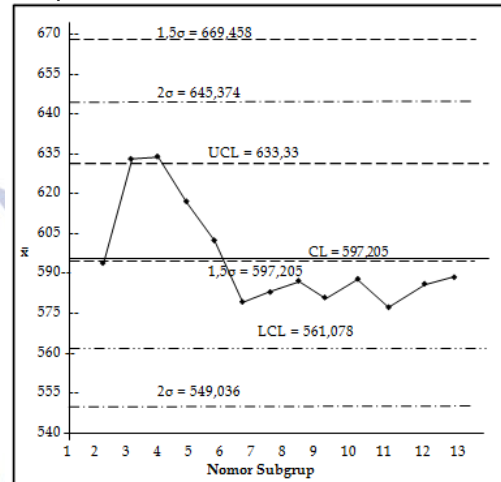
No.	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	$\bar{x}$	R
1	589,29	592,00	592,17	588,19	641,22	587,96	590,50	592,29	596,70	53,26
2	586,23	596,15	579,25	588,19	665,05	668,28	635,65	699,27	633,51	120,03
3	653,28	648,32	677,29	664,94	637,87	588,07	605,56	595,00	633,79	89,21
4	593,27	596,04	596,10	591,88	640,93	647,34	633,26	639,55	617,30	55,45
5	628,81	634,24	636,78	635,20	573,24	572,84	569,38	579,94	603,55	67,40
6	583,86	582,36	578,32	583,23	567,13	575,49	579,19	569,20	577,35	16,73
7	581,38	565,11	586,11	584,15	577,57	578,03	590,15	591,19	581,71	26,08
8	595,17	585,54	583,69	590,44	586,69	580,52	592,11	587,32	587,68	14,66
9	583,34	583,57	582,53	584,38	589,57	583,92	584,67	588,59	585,07	7,04
10	583,34	584,04	585,30	584,04	584,09	593,35	605,21	587,04	588,55	21,87
11	582,07	583,69	589,34	577,86	572,26	583,46	582,65	578,09	581,18	11,48
12	588,19	589,00	588,19	589,40	586,11	585,90	589,23	583,57	587,37	5,83
13	581,27	641,51	589,92	578,03	578,73	581,78	583,80	584,04	589,89	63,48
Total									7763,66	552,53
Rata-Rata									$\bar{\bar{x}} = 597,204$	$\bar{R} = 42,50$

Pada Gambar 4 dapat dibaca atau dipahami bahwa peta kendali $\bar{x}$ adalah *type* mendekati garis kendali, dimana terjadi 2 titik melebihi garis UCL dari 8 titik berada melebihi batas peringatan $1,5\sigma$. Titik-titik pada peta kendali didapatkan dari hasil rata-rata $\bar{x}$ dari Tabel 4.7, kemudian diplotkan ke dalam peta kendali $\bar{x}$ mutu beton pada Gambar 4.

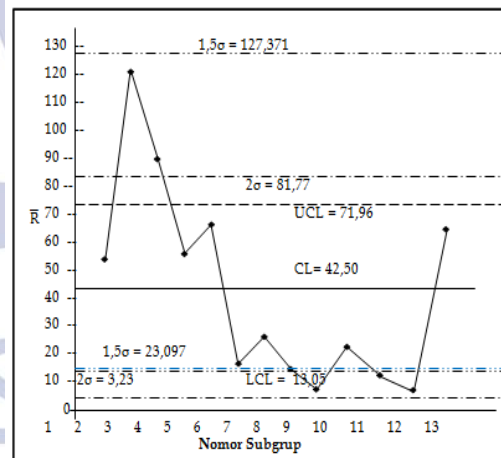
Gambar 5 merupakan membentuk kurva dalam keadaan tidak terkendali, karena terdapat

lima dari tigabelas titik yang keluar dari sigma 2. Kemungkinan penyebabnya adalah:

- 1) Operator: baru, kurang berpengalaman
- 2) Material: Perbedaan bahan baku
- 3) Metode: tidak sesuai standar operasi yang telah ditetapkan.
- 4) Mesin: standar operasi berubah
- 5) Lingkungan: Perubahan fisik dikarenakan panas atau hujan.



Gambar 4 Peta Kendali $\bar{x}$ Mutu Beton



Gambar 5 Peta Kendali R Mutu Beton

3. Analisa Kemampuan Proses

Indeks kemampuan proses dihitung untuk melihat apakah mutu beton yang melebihi spesifikasi disebabkan oleh keadaan tidak terkendali ataukah tidak. Dengan menggunakan histogram sesuai persamaan:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{525 - 500}{6 \times 28,43} = 0,15$$

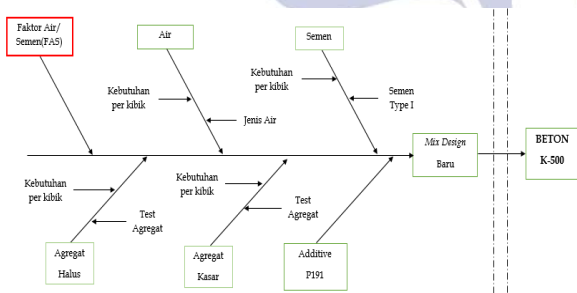
Perhitungan indeks kemampuan proses dalam kondisi seperti ini (proses tidak terkendali) tidak dapat dilakukan menggunakan peta kendali,

karena kemampuan sangatlah kecil yaitu (0,15) dan >1,33.

4. Menyusun Hipotesa

Dari hasil *brainstorming*/diskusi dengan pihak *quality control*, maka diputuskan semua sebab mampu terka yang mungkin memengaruhi mutu beton balok *girder* adalah standar *mix design* yang menyebabkan mutu lebih tinggi dari mutu yang direncanakan yaitu K-500 yang pada akhirnya akan menurunkan indeks kemampuan proses disebabkan karena kisaran *slump test* yang selamam ini distandarkan terlalu kecil yaitu 18 cm – 22 cm, sehingga kisaran *slump* pada hasil pengujian *slump test* perlu diperbesar dengan harapan variasi yang terjadi akan semakin dekat dengan mutu yang direncanakan.

Dari proses-proses yang tertinggal ini diagram sebab akibat kemudian diperlebar lagi dengan lebih memerincikan sebab-sebab yang dapat memengaruhi mutu beton balok *girder* K-500 seperti pada Gambar 6 (dapat kita lihat di lampiran) dengan mengubah komposisi atau takaran material *mix design*. Memberi tanda merah untuk setiap material yang takarannya diubah. Langkah utama untuk mengubah *mix design* agar kuat tekan beton lebih mendekati kepada standar yang telah ditentukan adalah dengan memperbesar nilai Faktor Air Semen (FAS). Karena FAS merupakan kunci utama untuk membuat beton. Untuk menentukan FAS yang tepat, maka dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*).



Gambar 6 Diagram Sebab-Akibat Setelah Mengubah Sebab Mampu Terka

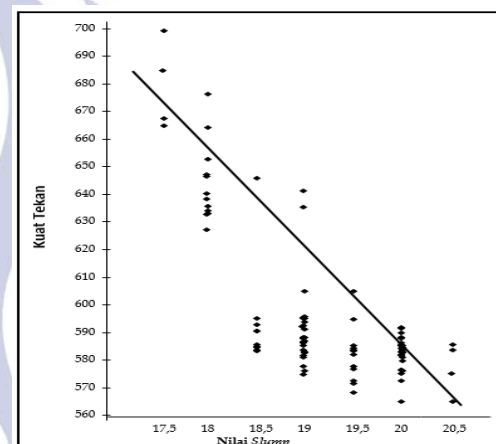
5. Menguji Hipotesa

Pengujian hipotesa dilakukan terhadap faktor yang dicurigai telah memperbesar variasi nilai kuat tekan mutu beton yang dihasilkan dari hasil analisa diagram sebab akibat yaitu faktor air/semen yang terjadi pada proses pembuatan beton yang ditunjukkan dalam hasil pengujian test *slump*. Karena dari faktor air/semen dan pengujian test *slump* mutu beton merupakan data *kontinu* yang mengakibatkan hasil pengujian kuat tekan beton yang terlalu tinggi, maka pengujian hipotesa dilakukan dengan menggunakan diagram tebar.

Perhitungan koefisien korelasi dapat dilakukan berdasarkan pembahasan pada bab 2 dengan terlebih dahulu mempersiapkan Tabel 7.

Tabel 7 Perhitungan Koefisien Korelasi

No. Sampe 1	Slump (cm) Xi	Kuat Tekan (kg/cm²) Yi	Xi²	Yi²	XYi
1.	19	589,29	361	347263	11197
2.	19	592,00	361	350464	11248
3.	19	592,17	361	350665	11251
4.	19	588,19	361	345967	11176
5.	18,5	641,22	342,25	411163	11863
6.	18,5	587,96	342,25	345697	10877
7.	18,5	590,50	342,25	348690	10924
8.	18,5	592,29	342,25	350807	10957
9.	19	586,23	361	343666	11138
10.	19	596,15	361	355393	11327
11.	19	579,25	361	335531	11006
12.	19	588,19	361	345967	11176
13.	17,5	665,05	306,25	442292	11638
14.	17,5	668,28	306,25	446598	11695
15.	17,5	685,65	306,25	470116	11999
16.	17,5	699,27	306,25	488979	12237
17.	18	653,28	324	426775	11759
18.	18	648,32	324	420319	11670
19.	18	677,29	324	458722	12191
20.	18	664,94	324	442145	11969



Gambar 7 Diagram Tebar Slump dan Kuat Tekan Beton

Dari data-data tersebut dapatlah dibuat diagram tebar berdasarkan pembahasan pada BAB II Teknik Analisa Data, dengan memplotkan nilai *slump* sebagai faktor penyebab (sumbu X) dan kuat tekan sebagai akibat (sumbu Y). Gambar diagram tebar dapat dilihat pada Gambar 7. Dari pola tebar yang diperlihatkan pada Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa adanya korelasi negatif antara *slump* dan kuat tekan.

6. Tindakan Perbaikan dan Pemeriksaan

Tabel 8 Hasil *trial* benda uji ketika mengubah nilai FAS

Nilai FAS	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	Rata-rata
0,33	560,76	571,25	562,74	570,23	571,08	569,77	562,86	564,62	566,664
0,35	560,34	558,86	559,45	562,98	560,7	557,68	558,95	559,06	559,738
0,36	547,89	546,89	542,98	549,09	536,98	539,02	539,67	542,91	543,179
0,37	527,84	525,15	526,98	525,56	528,61	527,96	528,05	528,4	527,319

Sumber: Laboratorium PT. Waskita Precast Plant Sidoarjo

Untuk membuat mutu beton mendekati dari yang diinginkan, maka langkah awal adalah dengan mengubah nilai FAS, karena faktor air/semen ini sangat menentukan proporsi semen

yang digunakan dalam suatu *mix design* yang akan memengaruhi nilai kuat tekan. Tabel 8 ini merupakan hasil pengujian untuk *trial and error* dari nilai FAS 0,33 sampai dengan nilai FAS 0,37.

Tabel 9 Kesimpulan Hasil Perbedaan Bahan *Mix Design*

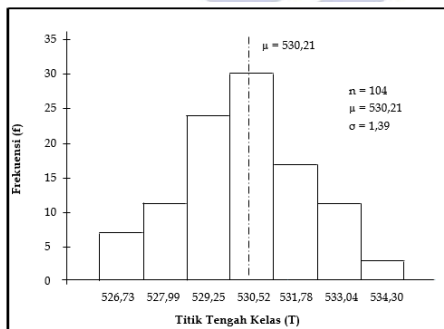
Volume	Berat	Air	Semen	Ag. Halus	Ag. Kasar	Additive
	Total (kg)	(l)	(kg)	(kg)	(kg)	(PI91A5)
1m ³ Sebelum	2483,16	145	468	812,70	1033,60	3,86
1m ³ Sesudah	2483,16	145	392	777	1165,4	3,86

Sumber: PT. Waskita Precast Plant Sidoarjo/Histogram

Karena nilai FAS 0,37 sudah sangat mendekati, maka kita memutuskan untuk memilih nilai FAS 0,37. Tentunya hal tersebut juga disepakati dari pihak kontraktor yang ada di lapangan. Perbedaan antara *mix design* sebelum dan sesudah langkah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini. Dari hasil tindakan pemeriksaan dan penyelidikan diatas hasil tersebut membuktikan keadaan terkendali dengan mengubah nilai faktor air/semen menjadi 0,37.

a) Histogram

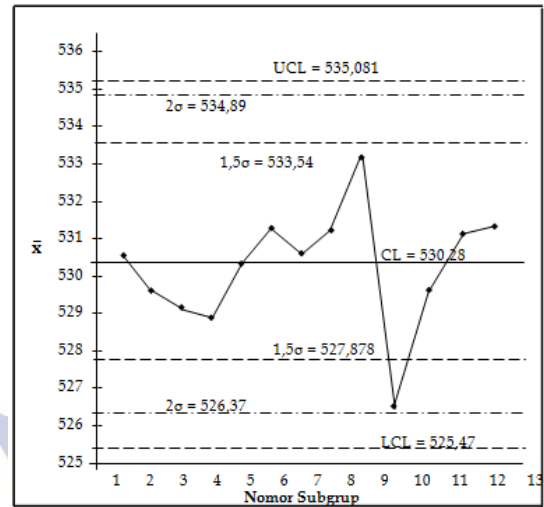
Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa setelah melakukan tindakan untuk menghilangkan titik-titik yang berada di luar kendali, maka dapat dilihat bahwa mutu beton balok *girder* yang dihasilkan tidak ada yang keluar dari batas spesifikasi, rata-rata mengalami sedikit sedikit pergeseran mendekati target (500 kg/cm²) menjadi 530,21 kg/cm² dan penyebaran data menjadi lebih kecil yaitu 1,39.



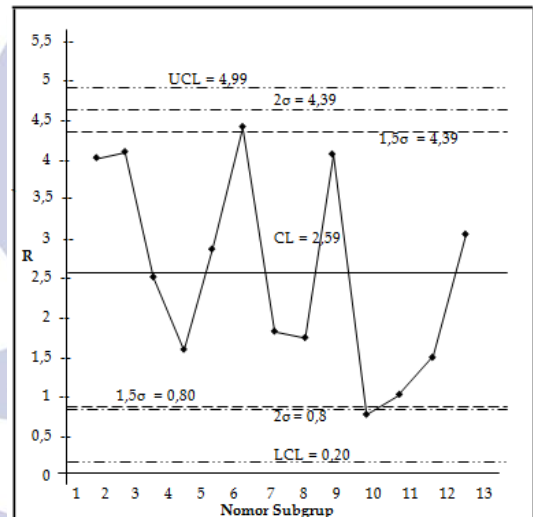
Gambar 8 Histogram Kuat Tekan Beton Setelah Merubah Sebab Mampu Terka

Pada Gambar 9 yaitu peta kendali dapat dipahami bahwa kurva tersebut membentuk kurva distribusi normal, yaitu dari tigabelas titik hanya satu titik yang keluar dari batas kendali, tetapi masih berada diantara garis sigma 1,5 dan sigma 2, dan tidak melebihi batas bawah yaitu (LC). Sedangkan untuk Gambar 10 peta kendali R enam titik berada di atas garis pusat (CL) dan tujuh titik berada di bawah garis pusat (CL). Kurva tersebut juga merupakan tipe distribusi normal. Dimana

pada proses produksi tidak terjadi kesalahan pada manusia, dan material yang digunakan.



Gambar 9 Peta Kendali $\bar{X}$ Kuat Tekan Setelah Merubah Sebab mampu Terka



Gambar 10 Peta Kendali R Kuat Tekan Setelah Merubah Sebab mampu Terka

Peta $\bar{X}$ dan R menunjukkan keadaan terkendali, berarti penyebab variasi yang telah diuji dan ditindaki adalah tepat. Perkiraan rata-rata dan deviasi standar proses menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelum penyebab mampu terka ditindaki, yang secara otomatis akan membawa peningkatan indeks kemampuan proses dari 0,15 menjadi 5,36 karena $< 1,33$.

7. Analisa Kemampuan Proses Setelah Langkah Perbaikan

Proses berada dalam keadaan terkendali, maka kita dapat memperkirakan rata-rata proses berdasarkan persamaan di bawah ini:

a. Devisiasi standar

$$\hat{\sigma} = \frac{R}{d_2} \dots \text{dari lampiran 2, jika } n = 13 \text{ maka,}$$

$$d_2 = 3,336$$

$$= \frac{2,993}{3,336}$$

$$= 0,777$$

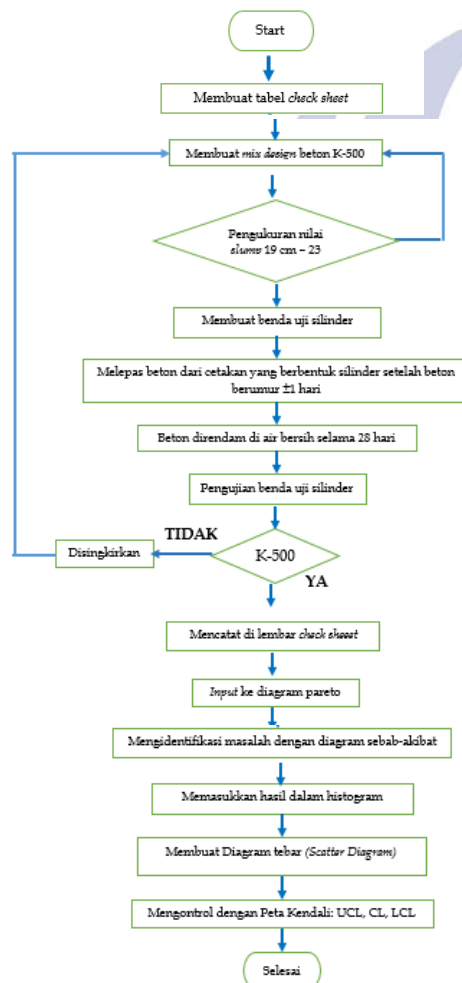
b. Indeks kemampuan proses

$$C_p = \frac{UCL - LCL}{6\sigma}$$

$$= \frac{525 - 500}{6 \times 0,777}$$

$$= 5,36$$

8. Standarisasi SOP (Flow Chart)



Gambar 11 Standarisasi SOP

Langkah awal yang dilakukan yaitu membuat *check sheet*. Kemudian membuat *mix design* dengan mutu beton K-500. Setelah itu mengambil sampel pasta beton untuk dilakukan pengtesan nilai *slump* dengan menggunakan kerucut *abrams*. Setelah nilai *slump* memenuhi, maka data dihitung dengan menggunakan diagram pareto. Setelah itu membuat histogram untuk mempermudah melihat dan menginterpretasikan data. Setelah itu membuat *scatter diagram* atau diagram tebar, hal ini dilakukan untuk mengetahui

seberapa kuat hubungan antara dua variabel tersebut kuat atau tidak, yaitu antara nilai *slump* dan kuat tekan. Kemudian membuat peta kendali yang berisi UCL, CL, dan LCL. Dimana data tidak boleh melebihi dari batas atas yaitu (UCL) dan batas bawah yaitu (LCL). Gambar 11 merupakan *flow chart* standarisasi operasional perusahaan (SOP). Gambar 11 Standarisasi SOP.

PENUTUP

A. Simpulan

Dari uraian dan kajian di atas, dapat ditarik beberapa kesimpulan untuk pemecahan masalah pengendalian mutu dengan mengambil studi kasus mutu beton K-500 pada PT. Waskita Precast Plant Sidoarjo adalah sebagai berikut:

1. Penerapan alat-alat SPC (*Statistical Process Control*) adalah sebagai berikut:

a. *Check sheet* : digunakan untuk mempermudah proses pengumpulan data hasil produksi. Karena berisi tentang nomer produksi, tanggal pengecoran, jenis produk, panjang bentang, jam pengecoran, mutu beton, nilai *slump*, *volume*, tanggal test, berat, beban, umur, dan *strenght*.

b. Diagram pareto: Untuk mengidentifikasi permasalahan yang paling banyak terjadi untuk dilakukan proses perbaikan. Dalam hal ini adalah nilai kuat tekan yang menjadi masalah utama. Yaitu sebanyak 104 data.

c. Histogram: Digunakan untuk memudahkan pemahaman terhadap data karena telah dikelompokkan menjadi kelas-kelas. Dalam penelitian ini menggunakan delapan kelas karena jumlah data sebanyak 104 data.

d. Peta kendali: Untuk mengontrol data agar produk tidak keluar dari batas kendali sehingga tidak terjadi penolakan oleh konsumen. Setelah dilakukan proses perbaikan, maka hanya satu titik yang keluar dari batas. Tetapi hal tersebut tidak menjadi masalah, karena tidak melebihi bata atas dan batas bawah dari peta kendali.

e. Diagram sebab akibat: Untuk mencari akar masalah yang paling dominan. Sehingga ditetapkan, standar *mix design* yang menyebabkan nilai kuat tekan yang jauh dari spesifikasi.

f. Diagram tebar: Untuk mengidentifikasi hubungan antara dua variabel, yaitu kuat tekan dan nilai *slump*. Dan diketahui dalam penelitian ini memiliki hubungan negatif. Yaitu antara nilai kuat tekan dan nilai *slump*, dimana ketika nilai *slump* rendah, maka nilai kuat tekan tinggi. Dan sebaliknya dimana ketika nilai *slump* tinggi, maka nilai kuat tekan rendah.

g. *Flow chart*: Digunakan sebagai alat untuk penyusunan SPO menjalankan operasional kegiatan agar tidak terjadi kesalahan.

2. Kemampuan proses produksi balok *girder* dengan mutu beton K-500 setelah dilakukan perbaikan

mempunyai nilai C_p sebesar 5,36 yang berarti memuaskan karena memiliki nilai lebih dari 1,33.

B. Saran

Pada akhir penulisan skripsi ini terdapat beberapa saran yang dapat kami berikan, untuk pemakaian *Satistical Process Control Method* dan pengendalian mutu beton balok girder di PT. Waskita Precast Plant Sidoarjo adalah:

1. Sebaiknya ada metode yang digunakan untuk mengontrol apakah produk masih tetap dalam keadaan terkandali. Misalnya dengan metode *Satistical Process Control Method* sehingga tidak adanya pembengkakan biaya untuk materila dan penolakan yang dilakukan oleh pihak konsumen.
2. Ketika mengambil data disuatu perusahaan sebaiknya benar-benar dipastikan apakah data yang kita inginkan boleh untuk diberikan ataukah tidak. Karena beberapa perusahaan ada yang keberatan memberikan data perusahaan karena dianggap sebagai rahasia perusahaan yang tidak dapat *publish* karena dianggap menjatuhkan perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri Tjiptotno, 2002. *Total Quality Management (TQM) – Edisi Revisi*. Yogyakarta: ANDI.
- Dorothea Wahyu Ariani, 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta: ANDI.
- Ervianto Hasan, 2004. *Analisa Data Penelitian dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Askara.
- Istimawan Dipohusodo, 1995. *Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 2*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ishikawa Kaoru, 1990. *Teknik Penentuan Pengendalian Mutu*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- LPJK, 2005. *Panduan Penerapan Manajemen Mutu ISO 9001 : 2000 bagi Jasa Pelaksana Konstruksi*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Murdock L. J, 1986. *The Management and Control of Quality*, West Publishin Company, St. Paul.
- Muryati S, dkk, 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.
- Nur Ansyori, 2007. *Studi Evaluasi Kuat Tekan Terhadap Mutu Beton K-500 di Perusahaan Ready Mix Surabaya*. Surabaya: Prodi S1 Universitas Negeri Surabaya.
- Standart Nasional Indonesia/ SNI 03-2847-2002.
- Tim Penyusun, 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.