

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 192- 201	SURABAYA 2017	ISSN: 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. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. 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. 03 Nomor 03/rekat/17 (2017)	
ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK	
<i>Novi Dwi Pratama, Nur Andajani,</i>	01 – 08
ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013	
<i>Ferry Sandrian, Sutikno,</i>	09 – 16
MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013	
<i>Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S.,</i>	17 – 26
ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012	
<i>Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno,</i>	27 – 32
ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR	
<i>Andik Setiawan, Purwo Mahardi,</i>	33 – 38
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN <i>SLUDGE</i> INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN <i>CONPLAST</i> WP 421 DAN <i>MONOMER</i> PADA PEMBUATAN BATAKO	
<i>Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto,</i>	39 – 46
ANALISIS PEMAMPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA PADA PEMBANGUNAN <i>MY TOWER HOTEL & APARTMENT PROJECT</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>TIME COST TRADE OFF</i> (TCTO)	
<i>Aulia Putri Andhita, Hasan Dani,</i>	47 – 55
ANALISIS MANFAAT-BIAYA PEMBANGUNAN JALAN AKSES DAN JEMBATAN MASTRIP-JAMBANGAN	
<i>Irwan Fachri Muannas, Purwo Mahardi,</i>	56 – 62

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 8 M DAN 10 M	
<i>Laras Sukmawati Yuwono, Arie Wardhono,</i>	63 – 69
PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M	
<i>Rifky Farandy Pramudita, Arie Wardhono,</i>	70 – 76
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER MEMANFAATKAN FLY ASH DENGAN MOLARITAS 8M DAN 10M	
<i>Danan Jaya Tri Yanuar, Arie Wardhono,</i>	77 – 83
ANALISA PERKIRAAN TOTAL WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE COST SCHEDULE CONTROL SYSTEM CRITERIA (C/S-CSC) PADA PELAKSANAAN STRUKTUR PEMBANGUNAN FASUM (FASILITAS UMUM) DAN FASOS (FASILITAS SOSIAL) PT. INDUSTRI GULA GLENMORE KABUPATEN BANYUWANGI	
<i>Priestianti Diandra, Mas Suryanto HS.,</i>	84 – 90
IDENTIFIKASI DAN ANALISA RISIKO KONSTRUKSI YANG MEMPENGARUHI MUTU DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND SINGKONO LAGOON SURABAYA	
<i>Trisna Anggi Prasetya, Mas Suryanto HS.,</i>	91 – 98
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER DENGAN MOLARITAS TINGGI	
<i>Rizky Ismantoro Putra, Arie Wardhono.,</i>	99 – 104
PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU (<i>BAGASSE ASH</i>) PADA KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR STRUKTUR BALOK	
<i>Aris Widodo, Sutikno,</i>	105 – 111
EFISIENSI BIAYA PEMBESIAN BERDASARKAN BESTAT PADA PEKERJAAN PIER JEMBATAN TOL SUMO MAIN ROAD STA 12+266.746 DI PT WIJAYA KARYA (Persero) Tbk.	
<i>Widhitya Haryoko, Bambang Sabariman,</i>	112 – 118

“PENERAPAN STATISTICAL <i>PROCESS CONTROL</i> UNTUK PENGENDALIAN MUTU SEMEN DI PT. SEMEN INDONESIA”	
<i>Dwi Sagti Nur Yunita, Hasan Dani,</i>	119 – 130
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH MARMER TERHADAP POTENSIAL <i>SWELLING</i> PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO	
<i>Dian Rokhmatika Siregar, Nur Andajani,</i>	131 – 137
SUDI KELAYAKAN ASPEK FINANSIAL PEMBANGUNAN PASAR SAYUR BARU DI KABUPATEN MAGETAN	
<i>Syahrul Rizal Nur Afan, Mas Suryanto H.s,</i>	138 – 144
STUDI KELAYAKAN INVESTASI HUNIAN RUMAH SUSUN DI DESA MOJOSARIREJO KEC. DRIYOREJO KAB. GRESIK DITINJAU DARI ASPEK FINANSIAL	
<i>Nurlaili Khasanatus Salis, Mas Suryanto H.s,</i>	145 – 154
“PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN <i>TROUGH PRATT TRUSS</i> TIGA TUMPUAN”	
<i>Reissa Rachmania, Sutikno,</i>	155 – 167
PENGARUH PENGGUNAAN <i>COPPER SLAG</i> SEBAGAI PENGGANTI PASIR TERHADAP KUALITAS GENTENG BETON SESUAI SNI 0096:2007	
<i>Dyah Wahyuningtyas, Suprpto,</i>	168 – 174
PENGARUH PENGGUNAAN <i>COPPER SLAG</i> SEBAGAI PENGGANTI PASIR (<i>FINE AGGREGATE</i>) PADA CAMPURAN <i>PAVING BLOCK</i>	
<i>Lianita Kurniawati, Suprpto,</i>	175 – 180
“PENGARUH NORMALISASI KALI SADAR TERHADAP SISTEM DRAINASE PENGENDALIAN BANJIR WILAYAH KECAMATAN MOJOANYAR KABUPATEN MOJOKERTO”	
<i>Beba Shonia Nur A'zhami, Kusnan,</i>	181 – 191
PENERAPAN <i>STATISTICAL PROCESS CONTROL</i> UNTUK PENGENDALIAN MUTU BETON <i>READY MIX</i> DI PT. MERAK JAYA BETON	
<i>Sonia Ariyanti, Mas Suryanto HS,</i>	192 – 201

PENERAPAN *STATISTICAL PROCESS CONTROL* UNTUK PENGENDALIAN MUTU BETON *READY MIX* DI PT. MERAK JAYA BETON

Sonia Ariyanti

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: soniaariyanti30@gmail.com

Mas Suryanto HS., ST., MT.

Dosen Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya

E-mail: massuryantohs@unesa.ac.id

Abstrak

Indonesia sedang melakukan pembangunan di berbagai wilayah yang menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap beton *ready mix* sehingga terjadi persaingan antar produsen beton *ready mix*. PT. Merak Jaya Beton merupakan salah satu produsen beton *ready mix* yang ada di Indonesia. PT. Merak Jaya Beton masih saja mengalami masalah ketidaksesuaian produk yang dihasilkan meskipun telah memiliki sertifikat penjaminan mutu yaitu ISO 9001:2008. Masalah yang sering timbul pada mutu beton *ready mix* adalah ketidaksesuaian spesifikasi produk yang meliputi nilai *slump test* dan nilai kuat tekan. Penerapan *Statistical Process Control* (SPC) menjadi salah-satu cara untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan. SPC ini menggunakan tujuh alat (*seven tools controls*) untuk pengendalian mutu yang terdiri dari *flow chart*, *check sheet*, diagram pareto, diagram sebab akibat, histogram, diagram pencar dan diagram kendali.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan *statistical proses control* untuk pengendalian mutu produk beton *ready mix* PT. Merak Jaya Beton dan untuk mengetahui langkah perbaikan yang dilakukan agar produk memenuhi spesifikasi. Pengendalian mutu *ready mix* dilakukan pada beton dengan mutu Fc'35 dalam satu siklus.

Proses penerapan *Statistical Process Control* (SPC) untuk pengendalian mutu beton *ready mix* PT. Merak Jaya Beton dilakukan dengan menggunakan tujuh alat yaitu alat-alat yang digunakan sebelum perbaikan dan setelah perbaikan. Alat-alat yang digunakan sebelum perbaikan meliputi: *check sheet*, diagram pareto, histogram, dan peta kendali untuk mengetahui masalah; *fishbone* untuk mencari penyebab dari masalah yang terjadi; dan diagram pencar untuk mencari faktor yang berpengaruh. Alat-alat yang digunakan setelah perbaikan meliputi: histogram dan peta kendali untuk meneliti hasil setelah dilakukan perbaikan; dan *flow chart* untuk mencegah timbulnya masalah. Hasil penelitian menunjukkan penerapan *statistical process control* berhasil diterapkan dengan mengubah faktor air/semen dari 0.37 menjadi 0.38 sehingga menghasilkan nilai *slump* dari 10-14 cm menjadi 12-16 cm dan nilai kuat tekan dari 42.19-52.98 MPa menjadi 36.83-38.88 MPa maka terjadi perubahan pada *mix design* Fc' 35. Hal tersebut yang mengakibatkan indeks kapabilitas proses memiliki nilai 1.77 menjadi 2.04 yang berarti proses berada diantara tidak dan cukup mampu memenuhi spesifikasi menjadi sangat mampu memenuhi spesifikasi yang direncanakan.

Kata kunci : SPC, mutu beton, beton *ready mix*

Abstract

Indonesia is doing development in various areas that cause the increasing demand for *ready mix concrete* so that there is competition between producers *ready mix concrete*. PT. Merak Jaya Beton is one of the *ready mix concrete* producers in Indonesia. PT. Merak Jaya Beton is still experiencing the problem of product non-conformity which is produced even though it has certificate of quality assurance that is ISO 9001: 2008. The problems that often arise in the quality of *ready mix concrete* is the mismatch of product specifications that include the value of *slump test* and the value of compressive strength. The application of *Statistical Process Control* (SPC) is one way to maintain the quality of the products produced. The SPC uses seven tools (*seven tools controls*) for quality control consisting of *flow charts*, *check sheets*, *pareto diagrams*, *causal diagrams*, *histograms*, *scatter diagrams* and *control diagrams*.

The purpose of this research is to know the application of *statistical process control* for quality control of *ready mix concrete* product of PT. Merak Jaya Beton and to know the steps of improvement to fulfill the product specifications. The quality control of *ready mix quality* is performed on concrete with Fc'35 quality in one cycle.

Process of applying *Statistical Process Control* (SPC) for quality control of *ready mix concrete* PT. Merak Jaya Beton is done by using seven tools ie tools used before repair and after repair. Tools used prior to repair include: *check sheets*, *pareto charts*, *histograms*, and *control charts* for troubleshooting; *Fishbone* to find the cause of the problem; And *scatter diagrams* to look for influencing factors. The tools used after the repair include: *histograms* and *control charts* to check results after improvement; And *flow chart* to prevent problems. The results showed that the application of *statistical process control* was successfully applied by changing the water/cement factor from 0.37 to 0.38 so as to produce *slump* value from 10-14 cm to 12-16 cm and compressive strength value from 42.19-52.98 MPa to 36.83-38.88 MPa then change On *mix design* Fc '35. This results in process capability index having value 1.77 to 2.04 which starts from not able enough to become very capable to fulfill the planned specifications.

Keywords: SPC, concrete quality, *ready mix* concrete

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara berkembang yang melakukan pembangunan di berbagai wilayah. Pembangunan ini menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap beton *ready mix*. Hal tersebut menyebabkan produsen beton *ready mix* harus terus menjaga dan meningkatkan mutu dari produk yang dihasilkan. Mutu memegang peranan penting dalam persaingan global saat ini. Persaingan global terjadi bukan hanya dengan perusahaan Indonesia tetapi dengan perusahaan internasional.

Perusahaan harus melakukan kebijakan-kebijakan yang mendukung peningkatan mutu produk supaya unggul dalam persaingan global. Peningkatan mutu ini meliputi berbagai aspek seperti sumber daya manusia, material, peralatan, biaya dan metode yang digunakan. Kelima aspek tersebut mempunyai kesinambungan satu dengan yang lainnya sehingga perlu dilakukan langkah yang tepat agar peningkatan mutu tercapai secara maksimal.

PT. Merak Jaya Beton merupakan salah satu produsen beton *ready mix* yang ada di Indonesia. PT. Merak Jaya Beton mempunyai beberapa plant yang tersebar di pulau Jawa dan Bali. PT. Merak Jaya Beton telah meraih sertifikat penjaminan mutu yaitu ISO 9001:2008. ISO 9001:2008 adalah standar yang paling komprehensif dan digunakan untuk menjamin kualitas pada tahap perancangan dan pengembangan, produksi, instalasi, dan pelayanan jasa. Standar ini digunakan khususnya oleh perusahaan manufaktur yang merancang produk dan membuatnya sendiri. Standar ini bertujuan untuk memberikan jaminan kualitas dalam hal kontraktual dengan pihak luar, (Tjiptono dkk, 2001).

PT. Merak Jaya Beton masih saja terjadi masalah ketidaksesuaian produk yang dihasilkan meskipun telah memiliki sertifikat penjaminan mutu yaitu ISO 9001:2008. Masalah yang sering timbul pada mutu beton *ready mix* adalah ketidaksesuaian spesifikasi produk yang dipesan oleh *costumer* saat produk dikirim di lapangan. Ketidaksesuaian tersebut meliputi nilai *slump test* dan nilai kuat tekan beton yang tidak sesuai dengan spesifikasi mutu. Nilai *slump* yang tidak sesuai dengan spesifikasi, (PT. Merak Jaya Beton). Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti material beton, sumber daya manusia, peralatan, dan proses produksi beton. Dengan adanya ketidaksesuaian ini menyebabkan keterlambatan dalam proses pengecoran di lapangan karena beton tersebut harus dilakukan perbaikan agar memenuhi spesifikasi yang diinginkan oleh *costumer*.

Perbaikan selama ini telah dilakukan oleh perusahaan dengan berbagai manajemen. *Statistical*

Process Control (SPC) merupakan salah satu manajemen yang menjadi elemen penting dalam ISO 9001:2008. *Statistical Process Control* (SPC) menggambarkan suatu pendekatan pencegahan kepada proses pabrikasi. Di dalam lingkungan SPC, mutu keluaran dijamin oleh pemusatan perhatian pada perancangan (desain) dan pelaksanaan proses ini sendiri daripada menunggu sampai keluaran itu telah dibuat dan kemudian dilakukan penelitian dan pemilahan. Untuk mendapatkan manfaat SPC, manajemen harus menanamkan modal waktu dan uang yang dibutuhkan di dalam perlengkapan, dan di dalam pelatihan serta pendidikan pegawai sehingga mereka memahami kedua falsafah pencegahan dan bagaimana menjalankan perlengkapan SPC itu. Suatu lingkungan SPC yang efektif adalah sebuah lingkungan SPC yang secara tetap berupaya keras melaksanakan perbaikan yang berkesinambungan di dalam kegiatan proses, dan ada penurunan dalam variasi keluaran, (Tjiptono, 2001).

PT. Merak Jaya Beton belum menerapkan *Statistical Process Control* (SPC) dalam proses produksi yang berlangsung. Apabila PT. Merak Jaya Beton menerapkan *Statistical Process Control* (SPC) maka dapat dipastikan produk yang dihasilkan dapat diandalkan. Selain itu, dapat meningkatkan citra perusahaan dan mendapatkan kepercayaan konsumen sehingga diharapkan perusahaan dapat lebih kompetitif dan mampu bersaing dengan supplier lainnya.

Persaingan di masa global yang terjadi antar sesama produsen beton *ready mix*, masalah ketidaksesuaian spesifikasi produk dan belum diterapkannya *Statistical Process Control* (SPC) yang menjadi dasar pemikiran dalam penentuan permasalahan yang akan diangkat sebagai judul penelitian "Penerapan *Statistical Process Control* untuk Pengendalian Mutu Beton *Ready Mix* di PT. Merak Jaya Beton".

Berdasarkan uraian di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Bagaimana proses penerapan *statistical process control* untuk pengendalian mutu produk beton *ready mix* PT. Merak Jaya Beton? (2) Bagaimana langkah perbaikan yang dilakukan agar produk memenuhi spesifikasi?

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Untuk mengetahui proses penerapan *statistical process control* untuk pengendalian mutu produk beton *ready mix* PT. Merak Jaya Beton. (2) Untuk mengetahui langkah perbaikan yang dilakukan agar produk memenuhi spesifikasi.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Bagi peneliti: Menambah wawasan dalam menganalisis dan memecahkan suatu masalah khususnya tentang pengendalian mutu. (2) Bagi akademis:

Menambah referensi tentang pengetahuan di dalam bidang pelaksanaan manajemen proyek dan konstruksi khususnya bidang *quality control* konstruksi bagi mahasiswa jurusan Teknik Sipil UNESA. (3) Bagi perusahaan: (a) Sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan perusahaan mengenai pengendalian mutu produk. (b) Menambah informasi mengenai metode-metode yang dapat dipakai untuk meningkatkan mutu produknya.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Penerapan *statistical process control* disesuaikan dengan proses di PT. Merak Jaya Beton. (2) Penerapan *statistical process control* untuk pengendalian mutu beton dilakukan selama satu siklus.

Definisi kualitas menurut Goetsch dan Davis (1994, p.4) merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan, (Tjiptono dkk, 2001).

Pengendalian mutu proses konstruksi harus diarahkan pada upaya untuk memenuhi persyaratan dan segenap kebutuhan pemberi tugas. Pengendalian mutu bersifat mendasar dan harus diterapkan pada seluruh tahapan proyek, baik pada perencanaan maupun konstruksi fisiknya. Agar upaya pengendalian mutu secara menyeluruh dapat terlaksana dengan baik maka seluruh tahapan perencanaan dan pengambilan keputusan, langkah demi langkah dihubungkan dengan titik-titik kontrol perencanaan yang sedang dikembalikan ditinjau secara formal, (Dipohusodo, 1995).

Pengawasan Proses Dengan Statistik (*Statistical Process Control-SPC*) adalah sebuah cara yang memungkinkan operator menentukan apakah suatu proses sedang memproduksi, dan mungkin terus memproduksi keluaran yang sesuai. Hal tersebut dapat dicapai dengan menilai parameter kunci atas sebuah contoh keluaran kecil yang dihasilkan pada saat interval sementara proses itu terus berjalan. Dalam penerapannya SPC menggunakan tujuh alat (*seven tools controls*) untuk pengendalian mutu yang terdiri dari *flow chart*, *check sheet*, diagram pareto, diagram sebab akibat, histogram, diagram pencar dan diagram kendali.

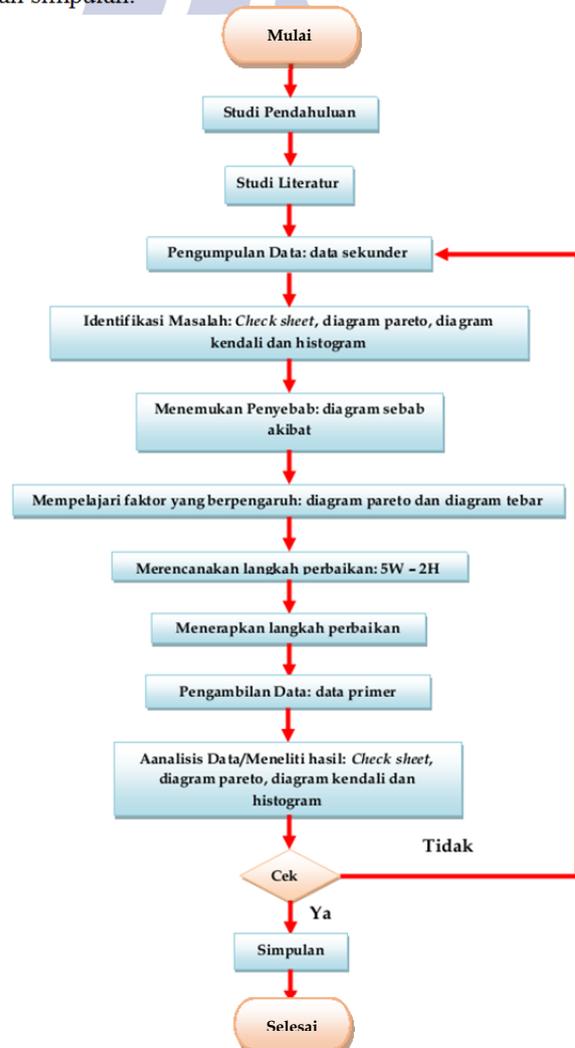
Beton pada dasarnya adalah campuran dari dua bagian yaitu *agregat* dan *mortal*. Mortal terdiri dari semen Portland dan air yang mengikat agregat (pasir dan kerikil/batu pecah) menjadi suatu massa seperti batuan ketika pasta tersebut mengeras akibat reaksi kimia dari semen dan air, (Nugraha, 1989).

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *deskriptif*, sebuah studi untuk mengadakan perbaikan terhadap suatu keadaan terdahulu. Penelitian dilakukan terhadap suatu permasalahan yang ada dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Penelitian dilakukan untuk mencari fakta-fakta yang jelas tentang beberapa hal dari keadaan perusahaan.

Deskriptif kuantitatif adalah suatu kegiatan penelitian yang bertujuan untuk menguji sebuah teori, membuat prediksi, memberikan gambaran secara statistik untuk menunjukkan hubungan antar variabel, serta mengukuhkan fakta.

Langkah-langkah metode penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 1 yaitu studi pendahuluan, studi literature, pengumpulan data, identifikasi masalah, menentukan penyebab, mempelajari faktor yang berpengaruh, merencanakan langkah perbaikan, menetapkan langkah perbaikan, menerapkan langkah perbaikan, pengambilan data, analisis data/meneliti hasil dan simpulan.



Gambar 1. *Flow Chart* Metodologi Penelitian

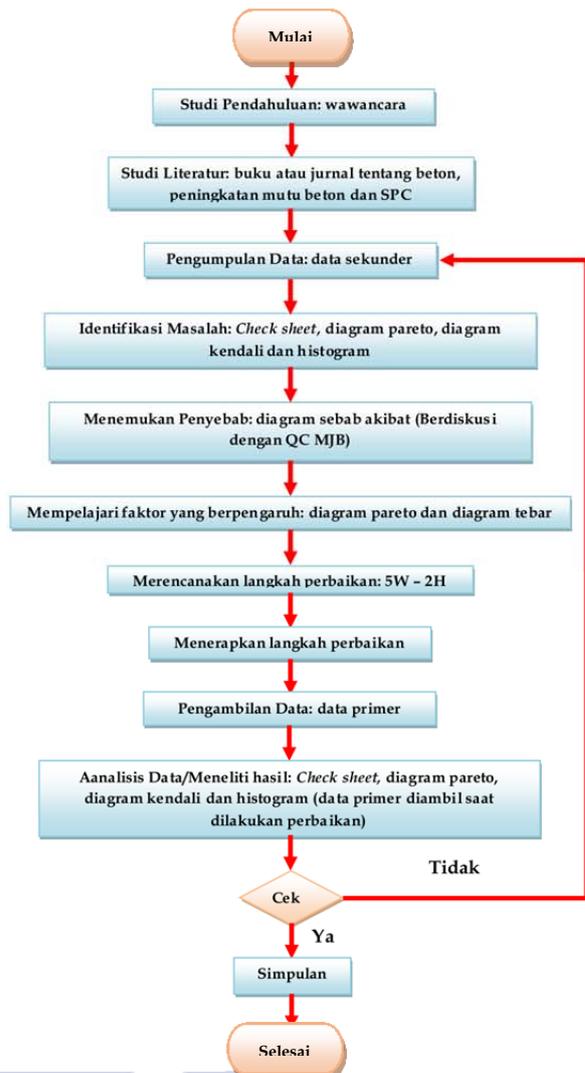
Lokasi penelitian dilakukan di PT. Merak Jaya Beton plant Karang Pilang yang terletak di Perum Wirajatim No. 70 Karang Pilang, Surabaya.

Yang menjadi populasi adalah salah satu mutu beton *readymix* yang memiliki permasalahan terbanyak. Menurut SNI 03-2847-2002 sampel yang diambil minimal 30 sampel.

Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

(1) Variabel bebas: Variabel bebas dalam penelitian ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi mutu beton. (2) Variabel terikat: Variabel terikat dalam penelitian ini adalah mutu beton. Mutu beton meliputi nilai *slump test* dan nilai kuat tekan beton.

Teknik yang digunakan dalam metode penelitian *field research* ini adalah sebagai berikut: (1) Observasi: Data yang diambil saat observasi berupa data spesifikasi produk, tanggal pengecoran, tanggal uji kuat tekan, nomor *docket*, *visual slump*, *slump test*, beton *setting* dan uji kuat tekan. (2) Wawancara/Dialog: Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi yang tidak terdapat di arsip dan dokumen perusahaan dengan mewawancarai pejabat yang bersangkutan. (3) Dokumentasi: Data yang diambil merupakan data sekunder yang mencakup spesifikasi produk, tanggal pengecoran, tanggal uji kuat tekan, nomor *docket*, *visual slump*, *slump test*, beton *setting* dan uji kuat tekan sehingga dapat mengetahui masalah yang sering terjadi pada beton.



Gambar 2. Flow Chart Teknik Analisa Data

Instrumen disusun berdasarkan komponen variabel penelitian yang ditetapkan untuk diteliti. Komponen variabel tersebut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi mutu beton, mutu beton (nilai kuat tekan beton dan nilai *slump test*). Dari variabel tersebut diberikan definisi operasionalnya dan selanjutnya ditentukan indikator yang akan diukur. Penelitian ini menggunakan beberapa instrumen yaitu berupa *check sheet*, lembar wawancara, dan lembar hasil pengamatan.

Teknik analisa data dalam penelitian ini seperti pada Gambar 2. Yaitu studi pendahuluan, studi literature, pengumpulan data, identifikasi masalah, menentukan penyebab, mempelajari faktor yang berpengaruh, merencanakan langkah perbaikan, menetapkan langkah perbaikan, menerapkan langkah perbaikan, pengambilan data, analisis data/meneliti hasil dan simpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identitas Perusahaan

PT. Merak Jaya Beton merupakan perusahaan di bidang industri konstruksi yang memproduksi beton

ready mix/beton siap pakai. PT. Merak Jaya Beton memiliki beberapa *plant* yang tersebar di Pulau Jawa dan Bali. PT. Merak Jaya Beton berokasi di Perum Wirajatim No. 70 Karang Pilang, Surabaya.

Data Penelitian

PT. Merak Jaya Beton memproduksi beton siap pakai dengan berbagai mutu. Volume rata-rata produksi dalam satu hari adalah 500 m³. Mutu produk menjadi faktor penting untuk menjaga kepercayaan *costumer* sehingga mutu produk harus selalu dijaga.

Ketidasesuaian mutu menjadi salah-satu masalah dalam proses produksi beton siap pakai. Hal tersebut berdampak pada proses selanjutnya seperti: keterlambatan pengiriman, perbaikan produk dan lain sebagainya. Masalah yang timbul harus segera diselesaikan agar tidak terjadi masalah lain yang dapat menghambat proses produksi.

Statistical Process Control (SPC) merupakan salah-satu metode untuk memecahkan dan menyelesaikan masalah yang terjadi pada proses produksi. Pada pembahasan ini akan diulas mengenai penerapan *Statistical Process Control* (SPC) untuk pengendalian mutu beton *ready mix* Fc' 35.

Tabel 1. Spesifikasi sesuai SNI 2847-2013

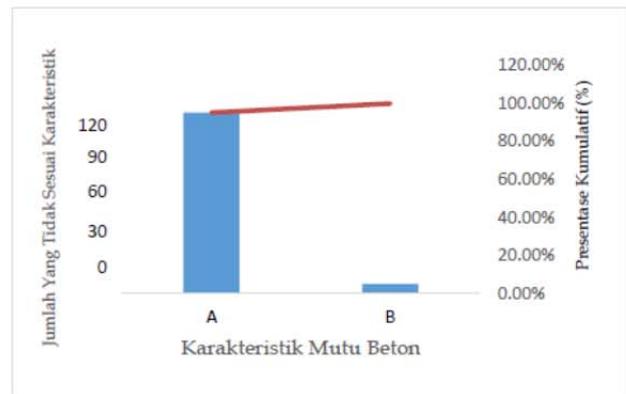
No.	Karakteristik Mutu	Spesifikasi Mutu	Rata-rata
1.	Nilai Kuat Tekan	35 MPa	38.5 MPa
2.	Nilai <i>Slump Test</i>	10-14 cm	12 cm

Sumber:PT. Merak Jaya Beton

Material untuk produksi beton *ready mix* selalu dilakukan pengujian bahan. Pengujian tersebut dilakukan di laboratorium PT. Merak Jaya Beton dan laboratorium independen.

Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan menggunakan *check sheet* dan diagram pareto. Data yang digunakan merupakan produksi pada bulan Mei-Juni. Data yang telah dikumpulkan dalam *check sheet* berfungsi untuk mengetahui masalah apa saja yang terjadi dan jumlah dari masalah tersebut. Data ini kemudian dipindahkan ke tabel untuk pembuatan diagram pareto sehingga data mudah untuk dibaca dan dipahami.

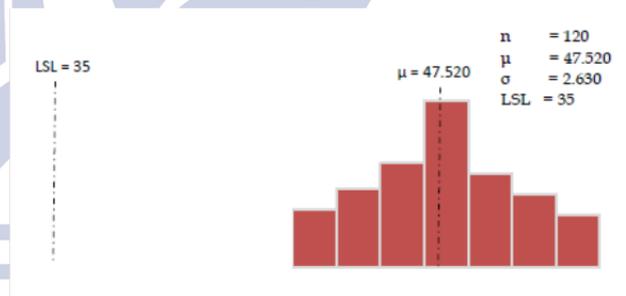


Gambar 3. Diagram Pareto Ketidakesuaian Karakteristik Mutu Beton

Dari diagram pareto di atas (Gambar 4.1) dapat dilihat bahwa ketidakesuaian karakteristik mutu beton meliputi ketidakesuaian nilai *slump test* dan nilai kuat tekan beton. Ketidakesuaian data dengan nilai kuat tekan sebesar 95.24% sedangkan ketidakesuaian data dengan nilai *slump test* sebesar 4.76%. Dari uraian tersebut maka dapat disimpulkan ketidakesuaian mutu yang paling banyak yaitu ketidakesuaian spesifikasi berdasarkan nilai kuat tekan beton.

Memahami Data

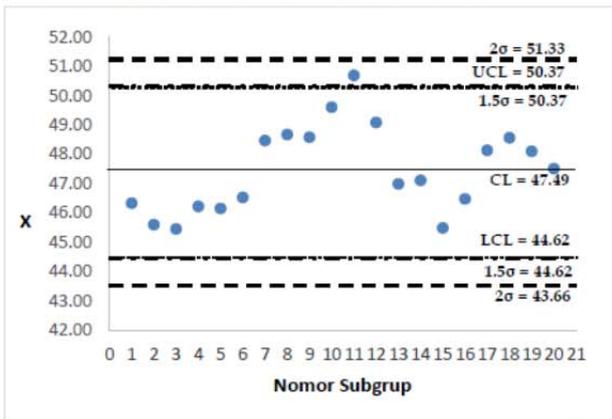
Pada tahap memahami data ini data akan diolah menggunakan histogram dan peta kendali. Hal tersebut dimaksud untuk mempermudah memahami data yang ada.



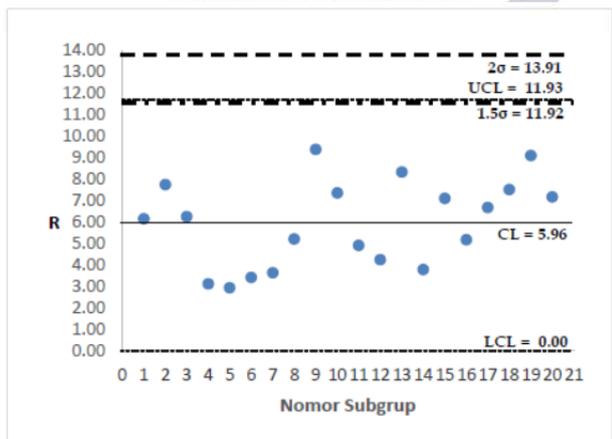
Gambar 4. Histogram Kuat Tekan Beton

Data yang digunakan untuk histogram sebanyak 120 data. Nilai rata-ratanya (μ) adalah 47.520 dan nilai deviasi standarnya (σ) yaitu 2.63. Tipe histogram yang didapat adalah tipe umum yang mengikuti distribusi normal dimana μ berada di tengah kisaran data, frekuensi tertinggi berada di tengah dan berangsur menurun ke kiri dan kanan secara simetris. Berdasarkan Gambar 4. tipe histogram adalah tipe umum tetapi pada kanan dan kirinya tidak simetris sempurna serta μ berada tidak tepat pada tengah kisaran data. Histogram menunjukkan bahwa mutu kuat tekan beton memenuhi spesifikasi karena tidak keluar dari LSL tetapi terlalu jauh dari batas yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa proses dan produk memenuhi spesifikasi tetapi dibutuhkan tindakan untuk membawa μ lebih dekat ke tengah spesifikasi dan

hasil produk mendekati LSL serta mengurangi variasi dengan memperbaiki proses dan produk yang ada.



Gambar 5. Peta Kendali \bar{x}



Gambar 6. Peta Kendali R

Peta R digunakan dalam kombinasi dengan peta \bar{x} untuk mengendalikan variasi dalam subgroup. Berdasarkan Gambar 5. dan Gambar 6. peta kendali memiliki karakteristik mendekati garis pusat. Hal ini terlihat terdapat banyak titik terletak pada daerah antara kedua garis batas peringatan 1.5σ . Karakteristik ini menunjukkan keadaan tidak terkendali sehingga kemungkinan penyebab mampu terkanya adalah: (1) Operator: memiliki sampel yang baik dari populasi. (2) Material: tidak sesuai standar. (3) Metode: tidak sesuai dengan spesifikasi. (4) Mesin: penyetelan mesin berubah-ubah setelah memperhatikan produk. (5) Lingkungan: perubahan fisik yang terjadi secara tiba-tiba (saat cuaca panas atau terjadi hujan).

Analisa Kemampuan Proses Sebelum Perbaikan

Indeks kapabilitas proses (c_p) merupakan rasio dari spesifikasi yang telah menyebar berdasarkan proses. Berikut ini merupakan perhitungan indeks kapabilitas proses (c_p):

$$\begin{aligned} LSL &= 35 \\ \bar{x} &= 47.49 \\ \sigma &= \frac{\bar{R}}{d_2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{5.96}{2.534} \\ &= 2.35 \\ c_p &= \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma} \\ &= \frac{47.49 - 35}{3(2.35)} \end{aligned}$$

= 1.77 (proses diantara tidak mampu sampai cukup mampu memenuhi spesifikasi yang direncanakan)

Indeks kapabilitas proses (c_p) yang dihasilkan sangat kecil yaitu 1.77 yang berarti diantara tidak mampu sampai proses cukup mampu memenuhi spesifikasi yang direncanakan sehingga perlu peningkatan proses guna menuju target kegagalan nol.

Menyusun Hipotesa

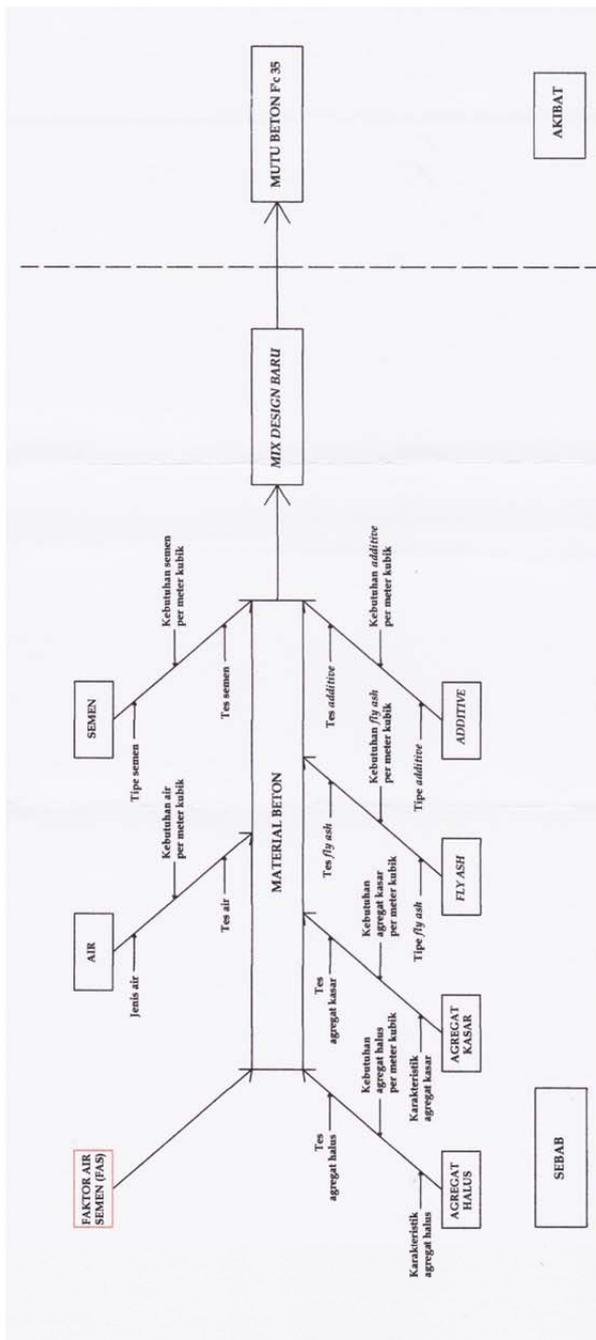
Berdasarkan analisa kemampuan proses menunjukkan bahwa mutu beton yang tidak memenuhi spesifikasi dikarenakan oleh variasi yang cukup besar. Masalah tersebut harus dipecahkan dengan cara mengurangi variasi yang ada. Penyebab variasi juga beragam. Pada penyusunan hipotesa akan dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone*) berdasarkan karakteristik mutu.

Metode yang digunakan adalah metode klarifikasi proses produksi. Metode ini mengarahkan alur pemikiran untuk mengikuti urutan proses produksi dan kemudian semua penyebab yang dapat mempengaruhi karakteristik mutu ditambahkan ke tahapan proses produksi tersebut. Diagram sebab akibat (*fishbone*) dapat dilihat pada Gambar 7. dan Gambar 8.

Berdasarkan hasil diskusi atau *brainstorming* dengan Departemen *Quality Control* PT. Merak Jaya Beton faktor yang paling berpengaruh adalah *mix design* (Gambar 7.). kemudian dikerucutkan lagi berdasarkan *mix design* maka faktor yang paling berpengaruh yaitu faktor air/semen (Gambar 8.). Pada metode kerja proses pengujian *slump* terjadi variasi hasil nilai *slump* pada kisaran 10cm-14cm. Oleh karena itu, nilai *slump* akan diperbesar dengan harapan variasi yang terjadi akan semakin dekat dengan mutu yang direncanakan. Perubahan nilai *slump* maka akan merubah faktor air/semen yang berpengaruh pada perubahan *mix design* beton $F_c' 35$ agar mutu yang diproduksi sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan.

Menguji Hipotesa

Berdasarkan hasil penyusunan hipotesa dicurigai faktor air/semen yang menyebabkan kuat tekan beton menjadi tinggi untuk menguji ketepatan hipotesa maka digunakan diagram tebar/diagram pencar. Diagram Pencar digunakan untuk mempelajari/mengkaji hubungan/korelasi yang mungkin antara dua variabel (variabel bebas dan variabel terikat). Data yang telah

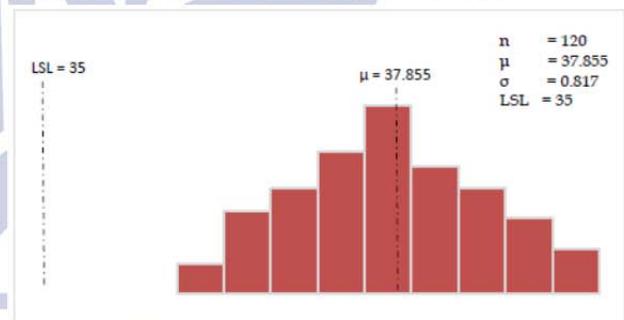


Untuk menentukan faktor air/semen dilakukan perhitungan *mix design* yang dilakukan oleh Departemen *Quality Control* PT. Merak Jaya Beton yang menghasilkan keputusan faktor air semen diubah dari 0.37 menjadi 0.38. Sebelum dilakukan penerapan *mix* proporsi perlu dilakukan pemeriksaan dengan mengadakan *trial* untuk mengetahui hasil *mix* proporsi yang baru. Berikut ini *mix* proporsi beton sebelum perbaikan dan setelah perbaikan:

Tabel 2. Tabel *Mix* Proporsi Beton 1 m³ Sebelum Perbaikan dan Setelah Perbaikan

<i>Mix Proporsi</i>	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Klasifikasi Mutu	Fc'35	Fc'35
Slump	cm 12+2	14+2
Maksimum Agregat	mm 25	25
Perbandingan, Pasir/ Agregat	% 39.00	39.00
Perbandingan, Air/Sementitious (Fas)	0.37	0.38
Semen	kg/m ³ 392	368
Fly Ash	kg/m ³ 68	92
Air	kg/m ³ 170	175
Agregat Kasar	kg/m ³	
05-10	299	298
10-20	807	805
Agregat Halus	kg/m ³ 707	705
Admixture	liter/m ³ 4.14	4.14

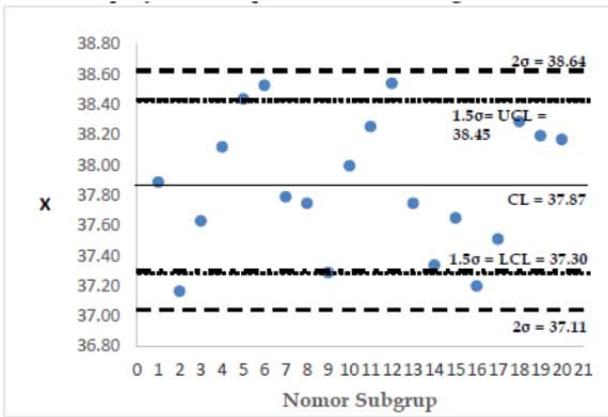
Untuk pembuktian apakah langkah perbaikan berhasil atau tidak maka harus diambil data setelah perbaikan kemudian dibuktikan dengan mengolah data menggunakan alat histogram dan peta kendali.



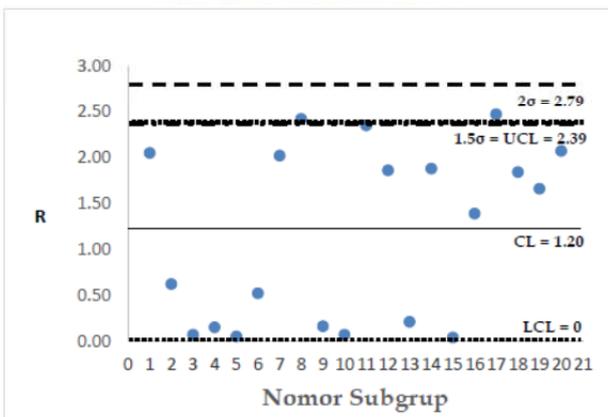
Gambar 10. Histogram Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 10. tipe histogram yang didapat adalah tipe umum dimana frekuensi tertinggi berada di tengah dan berangsur menurun ke kanan dan kiri. Data yang digunakan untuk histogram sebanyak 120 data. Nilai rata-ratanya (μ) adalah 37.855 dan nilai deviasi standarnya (σ) yaitu 0.817. Deviasi standar (σ) lebih kecil dibandingkan dengan deviasi standar (σ) sebelum perbaikan. Histogram telah memenuhi spesifikasi dan mendekati batas spesifikasi rencana (LSL) yaitu 35 MPa. Keadaan ini harus terus dipelihara agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi rencana.

hipotesa *slump* harus diubah dari 10cm-14cm menjadi 12cm-16cm sebagai langkah perbaikan. Hal ini dilakukan agar hasil tidak melebihi batas spesifikasi. Langkah perbaikan ini dilakukan dengan mengubah faktor air/semen agar hasil produksi mendekati spesifikasi mutu. Faktor air/semen sangat menentukan *mix* proporsi beton.



Gambar 11. Peta Kendali X



Gambar 12. Peta Kendali R

Gambar 11. dan Gambar 12. berada dalam keadaan terkendali karena tidak ada titik yang terletak di luar batas kendali, titik-titik terdistribusi secara acak dalam rata-rata proses, terdapat beberapa titik yang mendekati garis rata-rata proses (CL) dan beberapa titik berada di dekat batas kendali. Hal ini menunjukkan proses dalam keadaan terkendali karena penyebab mampu terka telah dihilangkan.

Analisa Kemampuan Proses Setelah Perbaikan

Peta kendali ini akan digunakan untuk menghitung indeks kapabilitas proses (c_p). Indeks kapabilitas proses (c_p) merupakan rasio dari spesifikasi yang telah menyebar berdasarkan proses. Berikut ini merupakan perhitungan indeks kapabilitas proses (c_p):

$$\begin{aligned}
 LSL &= 35 \\
 \bar{\bar{x}} &= 37.87 \\
 \sigma &= \frac{\bar{R}}{d_2} \\
 &= \frac{1.20}{2.534} \\
 &= 0.47 \\
 c_p &= \frac{\bar{\bar{x}} - LSL}{3\sigma} \\
 &= \frac{37.87 - 35}{3(0.47)} \\
 &= 2.04 \text{ (proses sangat mampu memenuhi spesifikasi yang direncanakan)}
 \end{aligned}$$

Indeks kapabilitas proses (c_p) yang dihasilkan adalah 2.04 $C_p > 2$ yang berarti proses sangat mampu memenuhi spesifikasi yang direncanakan. Hal ini menunjukkan proses sangat mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang ditetapkan oleh pelanggan dengan tingkat kegagalan mendekati nol.

Berdasarkan karakteristik dari peta kendali \bar{X} dan R dan indeks kapabilitas proses dari 1.77 menjadi 2.04 membuktikan bahwa penyebab variasi yang telah diuji dan ditindak adalah tepat.

Standar Operasional Produksi (SOP)

Standar operasional produksi (SOP) digunakan untuk pedoman dalam proses produksi beton *ready mix*. Hal ini bertujuan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi produk. Standar operasional produksi (SOP) dibuat berdasarkan SOP sebelumnya dan terdapat tambahan/perbaikan sesuai dengan penerapan *Statistical Process Control (SPC)* yang telah dilakukan.

Gambar 13. merupakan Standar operasional produksi (SOP) proses produksi PT. Merak Jaya Beton dengan menerapkan *Statistical Process Control (SPC)*: (1) Membuat *check sheet*: membuat *check sheet* untuk mencatat spesifikasi produk. Spesifikasi tersebut meliputi: mutu beton, nilai *slump*, tanggal cor, tanggal pengujian, nilai kuat tekan dan berat beton. (2) Menyusun *mix design*: *mix design* disusun oleh departemen *quality control* yang disetujui oleh manajer *quality control*. Bila sudah disetujui maka dapat dijadikan pedoman untuk produksi. (3) Produksi beton *ready mix* Fc'35: produksi beton dilakukan di BPO sesuai dengan *job mix proporsi*. (4) *Slump test*: *slump test* harus menghasilkan nilai antara 12 cm-16 cm sesuai dengan spesifikasi produk. Bila nilai *slump test* tidak sesuai maka harus dilakukan proses SPC sebagai berikut: (a) Diagram pareto, histogram dan peta kendali: untuk menentukan masalah yang terjadi; (b) C_p : untuk mengetahui kemampuan proses; (c) *Fishbone*: untuk mencari penyebab dari masalah yang ada; (d) Diagram pencar: untuk mencari faktor yang berpengaruh sehingga dapat dilakukan tindakan perbaikan; (e) Tindakan perbaikan dilakukan sesuai dengan faktor yang berpengaruh yaitu mengubah FAS sehingga membuat *mix design* yang baru. Bila sudah sesuai maka dilanjutkan pada tahap berikutnya. (5) Membuat benda uji: membuat benda uji dilakukan oleh teksini sebanyak 1 set atau sesuai permintaan *costumer*. (6) Membuka cetakan: bila benda uji telah berumur 1 hari maka dapat dibuka cetakannya. (7) Perawatan 28 hari: perawatan dilakukan dengan merendam seluruh bagian benda uji dengan air bersih di bak *curing*. Satu hari sebelum pengujian kuat tekan harus diangkat dari bak *curing*. (8) Pengujian kuat tekan beton: pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan mesin penguji kuat tekan. Bila tidak sesuai spesifikasi

maka harus dilakukan tindakan seperti pada 4 poin 1)-5). Dan apabila sesuai maka dilanjutkan pada tahap berikutnya. (9) Mencatat pada *check sheet*: hasil pengujian dan semua spesifikasi pada *check sheet* harus diisi. (10) Peta kendali dan histogram: digunakan untuk meneliti hasil perbaikan dan mengontrol batas kendali yang meliputi USL, LSL, UCL, CL, LCL, 2σ dan 1.5σ . (11) Cp: digunakan untuk mengetahui kemampuan proses apakah proses mampu atau tidak memenuhi spesifikasi yang direncanakan.

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian Penerapan *Statistical Process Control* untuk Pengendalian Mutu Beton *Ready Mix* di PT. Merak Jaya Beton yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: (1) Proses penerapan *Statistical Process Control* (SPC) untuk pengendalian mutu beton *ready mix* PT. Merak Jaya Beton dilakukan dengan menggunakan tujuh alat (*seven tools controls*) untuk pengendalian mutu yang terdiri dari: (a) Alat-alat yang digunakan sebelum perbaikan yaitu: (*Check sheet*, diagram pareto, histogram dan peta kendali untuk mengetahui masalah yang terjadi; *Fishbone* untuk mencari penyebab dari masalah yang terjadi; Diagram pencar untuk mencari faktor yang berpengaruh sehingga dapat dilakukan tindakan perbaikan. (b) Alat-alat yang digunakan setelah perbaikan yaitu: Histogram dan peta kendali untuk meneliti hasil setelah dilakukan perbaikan; *Flow chart*: untuk mencegah timbulnya masalah.(2) Langkah perbaikan yang dilakukan agar produk memenuhi spesifikasi adalah dengan mengubah faktor air/semen dari 0.37 menjadi 0.38 sehingga menghasilkan nilai *slump* dari 10-14 cm menjadi 12-16 cm dan nilai kuat tekan dari 42.19-52.98 MPa menjadi 36.83-38.88 MPa maka terjadi perubahan pada *mix design* Fc' 35. Hal tersebut yang mengakibatkan indeks kapabilitas proses memiliki nilai 1.77 menjadi 2.04 yang berarti proses berada diantara tidak dan cukup mampu memenuhi spesifikasi menjadi sangat mampu memenuhi spesifikasi yang direncanakan.

Saran

Saran dalam penelitian Penerapan *Statistical Process Control* Untuk Pengendalian Mutu Beton *Ready Mix* Di Pt. Merak Jaya Beton yaitu: (1) Untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan sebaiknya perusahaan mulai menerapkan *Statistical Process Control*. (2) Sebaiknya melakukan pengecekan dan memperhatikan faktor air semen secara berkala agar hasil produksi memiliki kualitas yang maksimal. (3) Sebaiknya dilakukan sosialisasi dan pembekalan untuk sumber daya manusia mengenai *Statistical Process Control* agar dapat diterapkan dengan baik. (4) Penerapan *Statistical Process Control* harus lebih diperhatikan pada saat terjadinya perubahan cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, Istimawan. 1995. "*Manajemen Proyek & Kontruksi. Jilid 1*". Yogyakarta: Kanisius.
- Faure, Lesley Munro dkk. 1996. "*Implementing Total Quality Management*". Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Gaspersz, Vincent. 2002. "*Pedoman Implementasi Program SIX SIGMA Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP*". Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2002. "*Total Quality Management*". Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardjosoedarmo, Soewarso. 1996. "*Total Quality Management*". Yogyakarta: ANDI.
- Ishikawa, Kaoru. 1990. *Teknik Penentuan Pengendalian Mutu*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Mulyono, Tri. 2003. "*Teknologi Beton*". Yogyakarta: ANDI.
- Nugraha, Paulus. 1989. "*Teknologi Beton dengan antisipasi terhadap Pedoman Beton 1989*". Surabaya : Universitas Kristen Petra.
- Standar Nasional Indonesia. 2013. "*Persyaratan Beton Struktural untuk Bnagunan Gedung*". Jakarta: BSN
- Subakti, Aman dkk. 2012. "*Teknologi Beton dalam Praktek I*". Surabaya : ITS Press.
- Tjiptono, Fandy dkk. 2001. "*Total Quality Management*". Yogyakarta: ANDI.