

PENGENDALIAN KUALITAS HASIL UJI TEKAN MATERIAL BETON TIPE B2 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *STATISTICAL PROCESS CONTROL* (SPC) DI PROYEK KONSTRUKSI PEMBANGUNAN *FLY OVER* CAKUNG PT. ADHI KARYA (PERSERO) TBK.

Evita Setia Rahayu*¹, Purnawan Adi²

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jalan Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. merupakan salah satu perusahaan konstruksi. Salah satu proyek yang sedang berlangsung adalah proyek pembangunan fly over Cakung. Dalam pelaksanaannya, PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. sangat memperhatikan kualitas material yang akan digunakan dalam pembangunan salah satunya yaitu material beton. Masalah yang sering terjadi pada kualitas material beton adalah ketidaksesuaian spesifikasi produk yang diinginkan. Ketidaksesuaian tersebut meliputi nilai slump test dan nilai kuat tekan beton yang tidak sesuai dengan spesifikasi mutu. Data yang digunakan adalah data hasil uji tekan material beton tipe B2 kemudian dianalisis dengan menggunakan metode SPC (Statistical Process Control) dengan diagram control chart mean (\bar{X}) dan control chart range (R) serta membuat fishbone diagram untuk mengetahui penyebab adanya data di luar batas kendali dan mengetahui hubungan antara variabel X dan variabel Y. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa untuk hasil uji tekan material beton terdapat sebanyak 3 data dari 76 data tidak memenuhi standar mutu. Adanya hal ini diidentifikasi dengan fishbone diagram yang terdapat lima faktor yaitu material, mesin, lingkungan, manusia, dan metode. Sedangkan hubungan antara variabel X dan Y menunjukkan nilai yang berada di rentang $< 0,2$.

Kata kunci: peta kendali; SPC; fishbone diagram

Abstract

(Quality Control from The Result of Type B2 Concrete Test Using Statistical Process Control (SPC) Method in Cakung Fly Over Construction Project PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.) PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. is one of construction company. One of the ongoing projects is the Cakung fly over construction project. In its implementation, PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. very concerned about the quality of the material to be used in the construction of one of which is concrete material. The problem that often occurs in the quality of the concrete material is the non-conformance of the desired product specifications. These discrepancies include slump test values and concrete compressive strength values that are not in accordance with quality specifications. The data used is the data from the compression test of type B2 concrete material and then analyzed using the SPC (Statistical Process Control) method with control chart mean (X) and control chart range (R) diagrams as well as making fishbone diagrams to determine the cause of the data outside control limits and determine the relationship between variable X and variable Y. The results of data processing show that for the results of the compressive test of concrete materials there are 3 data from 76 data that do not meet quality standards. The existence of this is identified by a fishbone diagram which contains five factors, namely material, machine, environment, human, and method. While the relationship between the variables X and Y shows a value that is in the range < 0.2 .

Keywords: control chart; SPC; fishbone diagram

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman membuat perkembangan dalam dunia industri mengalami peningkatan yang sangat pesat. Dengan adanya sistem revolusi industri yang telah mencapai 4.0 mendorong setiap perusahaan industri melakukan pembenahan/perbaikan demi menjaga keberlanjutan usahanya atau dengan

kata lain menerapkan prinsip *sustainability*. Revolusi industri 4.0 tidak hanya mempengaruhi industri manufaktur ataupun jasa saja, tetapi berpengaruh juga terhadap perusahaan yang melakukan proyek konstruksi.

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang saat ini giat melakukan pembangunan agar terus dapat berkembang dan tidak tertinggal dengan negara lainnya. Pada beberapa tahun terakhir belakangan, proyek konstruksi sangat menjamur di wilayah Indonesia yang mempunyai

*Penulis Korespondensi.

E-mail: setia.evita17@gmail.com

peranan sangat penting serta harus dikelola dan dikembangkan secara serius dan terus menerus. Proyek konstruksi menjadi salah satu hal yang sangat penting bagi suatu negara dikarenakan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat serta meningkatkan pertumbuhan perekonomian negara dimana akan berdampak terhadap investasi jangka panjang.

Proyek konstruksi dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk

mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) yang memerlukan berbagai macam *resources* seperti *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (mesin), *method* (metode), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu).

Dalam melakukan pembangunan proyek konstruksi, terdapat berbagai aspek yang mendukung untuk memastikan bahwa berjalannya proyek sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan dan menghasilkan proyek yang telah direncanakan sebelumnya. Salah satu aspek penting dalam menjamin keberlangsungan proyek sesuai yang direncanakan adalah dengan adanya proses pengendalian mutu. Selain itu, terdapat aspek besarnya biaya anggaran yang dialokasikan dan waktu yang saling mendukung dan berhubungan.

PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. merupakan salah satu perusahaan konstruksi. Salah satu proyek yang sedang berlangsung adalah proyek pembangunan *fly over Cakung*. Dalam pelaksanaannya, PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. sangat memperhatikan kualitas material yang akan digunakan dalam pembangunan salah satunya yaitu material beton. Masalah yang sering terjadi pada kualitas material beton adalah ketidaksesuaian spesifikasi produk yang diinginkan. Ketidaksesuaian tersebut meliputi nilai *slump test* dan nilai kuat tekan beton yang tidak sesuai dengan spesifikasi mutu. Terdapat beberapa metode yang dapat diaplikasikan untuk memperhatikan kualitas material. Salah satu metode yang familiar digunakan adalah *Statistical Process Control* (SPC). Metode SPC merupakan salah satu manajemen yang menjadi elemen penting dalam ISO 9001:2008. Dalam pengendalian proses statistik, dapat menggunakan 7 *tools* yaitu *check sheet*, *run chart*, *histogram*, *control chart*, *pareto diagram*, *cause and effect diagram*, dan *scatter diagram*.

2. Tinjauan Pustaka

Kualitas

Menurut Goetsch dan Davis (2002) mutu merupakan keadaan dinamis yang digabungkan dengan produk, jasa, orang, proses, dan lingkungan yang mencapai atau melebihi harapan. Keadaan dinamis yang disebutkan bermaksud bahwa sesuatu yang dianggap sebagai mutu dapat berubah seiring berjalannya waktu dan keadaan yang mengalami perubahan. Sedangkan menurut Montgomery (2001) menyatakan bahwa kualitas secara tradisional adalah suatu pandangan

bahwa produk dan pelayanan harus sesuai dengan ketentuan mereka yang menggunakannya.

Pengendalian Kualitas

Menurut Assauri (2004) pengendalian kualitas adalah kegiatan-kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu atau standar dapat tercermin dalam hasil akhir. Dengan kata lain, pengendalian mutu adalah usaha mempertahankan kualitas dan barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.

Statistical Process Control (SPC)

Statistical Process Control (SPC) atau pengendalian kualitas proses secara statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan sebagai pemonitor, pengendali, penganalisis, pengelola, dan memperbaiki proses menggunakan metode statistik. Filosofi yang dikenal yaitu *output* pada proses atau pelayanan dapat dikemukakan ke dalam pengendalian statistik melalui alat-alat manajemen dan tindakan perancangan. Sasarannya adalah mengadakan pengurangan terhadap variasi/kesalahan proses, sedangkan tujuannya adalah mendeteksi adanya sebab khusus dalam variasi atau kesalahan proses.

Seven Tools

Terdapat tujuh alat statistik utama dalam menggunakan SPC (Abdullah, 2008):

1. Lembar pemeriksaan (*check sheet*)
2. Stratifikasi (*run chart*)
3. Histogram
4. Peta kendali (*control chart*)
5. Diagram pareto (*pareto chart*)
6. *Fishbone diagram*
7. Diagram sebar (*scatter diagram*)

Peta Kendali $\bar{X}R$

Peta kendali X digunakan untuk memantau perubahan suatu sebaran/distribusi suatu variabel asal dalam hal lokasinya (pemusatannya), apakah proses masih berada dalam batas-batas pengendalian atau tidak, dan apakah rata-rata produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Sedangkan peta kendali R digunakan untuk memantau perubahan dalam hal penyebarannya dan memantau tingkat keakurasian/ketepatan proses yang diukur dengan mencari *range* dari sampel yang diambil.

Batas kendali X *chart*:

$$\begin{aligned} CL &= \bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{N} \\ UCL &= \bar{\bar{X}} + (A_2 \times \bar{R}) \\ LCL &= \bar{\bar{X}} - (A_2 \times \bar{R}) \end{aligned} \quad (1)$$

Batas kendali R *chart*:

$$\begin{aligned} CL &= \bar{R} = \frac{\sum R}{N} \\ UCL &= D_4 \times \bar{R} \\ LCL &= D_3 \times \bar{R} \end{aligned} \quad (2)$$

Kemampuan Proses

Analisis kemampuan proses merupakan suatu analisis guna menaksir kemampuan proses dalam bentuk distribusi probabilitas yang mempunyai bentuk, rerata dan penyebaran. Analisis kemampuan proses dapat dilakukan tanpa mengingat spesifikasi pada karakteristik mutu tetapi dapat kita nyatakan sebagai prosentase yang di luar spesifikasi. Analisis kemampuan proses mengukur parameter fungsional pada produk, bukan proses itu sendiri. Menurut Pyzdek (2003) analisis kemampuan proses merupakan sebuah prosedur yang digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendali proses statistik.

$$C_p = \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma} \quad (3)$$

Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi disimbolkan dengan 'r' merupakan nilai yang menyatakan kuat atau tidaknya serta arah hubungan linear antara dua variabel. Ukuran nilai r akan berada pada rentang $-1 < r < 1$, dimana semakin positif maka hubungan antara dua variabel semakin berbanding lurus atau searah.

3. Metode Penelitian

Berikut merupakan alur metode penelitian yang dilakukan:

1. Mulai

Penelitian ini mulai berlangsung pada tanggal 06 Januari 2020 di PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Jakarta

yang berlokasi di Jalan I Gusti Ngurah Rai, Cakung, Jakarta Timur khususnya pada unit *Quality Health Safety Environment* (QHSE).

2. Studi Pustaka

Pada tahapan studi pustaka ini dilakukan pencarian teori-teori yang berkaitan dengan analisis pengendalian kualitas dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC).

3. Perumusan Masalah

Pada tahapan ini, dilakukan pencarian rumusan masalah yang dialami oleh perusahaan yang kemudian dijadikan judul dalam laporan penelitian ini. Rumusan masalah yang digunakan yaitu bagaimana cara analisis pengendalian kualitas material beton tipe B2 dengan menggunakan metode SPC di Proyek Pembangunan *Fly Over* Cakung Jakarta.

4. Tujuan Penelitian

Setelah mendapatkan rumusan masalah yang dialami oleh perusahaan, tahapan selanjutnya adalah menentukan tujuan dari dilakukannya penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas material beton, penyebab tidak terkendalinya kualitas beton, mengetahui kemampuan proses, dan mengetahui hubungan antar variabel.

5. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, peneliti mengumpulkan data yang akan digunakan dalam penelitian ini. Data yang dikumpulkan merupakan data hasil uji tekan material beton tipe B2 diuji pada umur 28/29 hari dengan sampel berbentuk silinder berdiameter 15 cm.

Tabel 1. Pengumpulan Data Hasil Uji Tekan Material

No	Tanggal		Umur Test	Slump	Kuat Tekan (kg/cm ²)		Berat (kg)	Berat (kg)	
	Tanggal Cor	Tanggal Test			1	2		1	2
1	27/11/2019	26/12/2019	29	20	362,33	338,9	12,39	12,40	12,38
2	28/11/2019	26/12/2019	28	20	361,64	355,87	12,37	12,35	12,38
3	28/11/2019	26/12/2019	28	19	337,58	340,29	12,39	12,35	12,42
4	28/11/2019	26/12/2019	28	19	351,83	312,82	12,38	12,35	12,40
5	29/11/2019	28/12/2019	29	18	348,77	343,35	12,38	12,40	12,35
6	29/11/2019	28/12/2019	29	18	347,1	344,67	12,39	12,38	12,40
7	29/11/2019	28/12/2019	29	18	359,27	353,85	12,45	12,42	12,48
8	30/11/2019	28/12/2019	28	16	344,39	361,99	12,33	12,32	12,34
9	30/11/2019	28/12/2019	28	18	365,04	347,73	12,38	12,35	12,40
10	01/12/2019	30/12/2019	29	17	349,12	340,63	12,39	12,42	12,35
11	01/12/2019	30/12/2019	29	18	327,71	353,85	12,39	12,40	12,38
12	01/12/2019	30/12/2019	29	16	341,67	363,37	12,42	12,44	12,40
13	02/12/2019	30/12/2019	28	20	354,54	330,42	12,41	12,42	12,40
14	02/12/2019	30/12/2019	28	19	317,55	338,96	12,38	12,42	12,33
15	02/12/2019	30/12/2019	28	18	365,74	361,99	12,43	12,48	12,38
16	02/12/2019	30/12/2019	28	18	335,21	372,2	12,42	12,48	12,35
17	03/12/2019	31/12/2019	28	19	367,12	358,93	12,39	12,40	12,38

No	Tanggal		Umur Test	Slump	Kuat Tekan (kg/cm ²)		Berat (kg)	Berat (kg)	
	Tanggal Cor	Tanggal Test			1	2		1	2
18	03/12/2019	31/12/2019	28	20	335,21	343,69	12,44	12,42	12,46
19	05/12/2019	02/01/2020	28	18	356,91	338,61	12,39	12,38	12,40
20	05/12/2019	02/01/2020	28	18	291,07	352,52	12,38	12,36	12,40
21	05/12/2019	02/01/2020	28	18	336,88	358,64	12,39	12,35	12,42
22	06/12/2019	03/01/2020	28	16	344,39	360,31	12,37	12,36	12,38
23	06/12/2019	03/01/2020	28	20	356,56	348,42	12,38	12,35	12,40
24	06/12/2019	03/01/2020	28	20	364,06	355,23	12,35	12,35	12,34
25	07/12/2019	04/01/2020	28	18	289,78	279,87	12,33	12,35	12,30
26	07/12/2019	04/01/2020	28	18	351,48	354,2	12,38	12,40	12,36
27	08/12/2019	06/01/2020	29	18	368,79	349,81	12,37	12,36	12,38
28	08/12/2019	06/01/2020	29	20	366,43	367,76	12,35	12,40	12,30
29	08/12/2019	06/01/2020	29	17	360,31	371,16	12,39	12,40	12,38
30	08/12/2019	06/01/2020	29	20	360,31	344,67	12,39	12,40	12,38
31	08/12/2019	06/01/2020	29	19	340,29	339,94	12,38	12,40	12,36
32	09/12/2019	06/01/2020	28	18	350,44	353,5	12,40	12,42	12,38
33	09/12/2019	06/01/2020	28	18	346,75	351,14	12,41	12,40	12,42
34	09/12/2019	06/01/2020	28	19	366,77	353,5	12,44	12,42	12,45
35	10/12/2019	07/01/2020	28	18	356,56	338,27	12,38	12,40	12,35
36	10/12/2019	07/01/2020	28	20	351,48	335,9	12,35	12,40	12,30
37	10/12/2019	07/01/2020	28	18	349,12	343,69	12,38	12,40	12,35
38	10/12/2019	07/01/2020	28	18	338,27	343,69	12,35	12,40	12,30
39	11/12/2019	08/01/2020	28	19	350,44	339,94	12,38	12,36	12,40
40	11/12/2019	08/01/2020	28	18	352,87	361,99	12,37	12,38	12,35
41	11/12/2019	08/01/2020	28	18	363,72	345,02	12,35	12,40	12,30
42	11/12/2019	08/01/2020	28	18	350,16	365,04	12,38	12,40	12,35
43	11/12/2019	08/01/2020	28	19	351,83	344,67	12,41	12,40	12,42
44	12/12/2019	09/01/2020	28	17	345,71	337,23	12,40	12,42	12,38
45	12/12/2019	09/01/2020	28	18	353,85	341,96	12,38	12,36	12,40
46	12/12/2019	09/01/2020	28	19	375,6	352,87	12,38	12,35	12,40
47	12/12/2019	09/01/2020	28	19	355,93	356,21	12,33	12,30	12,35
48	12/12/2019	09/01/2020	28	18	357,6	359,27	12,39	12,40	12,38
49	12/12/2019	09/01/2020	28	19	339,94	356,91	12,39	12,36	12,42
50	13/12/2019	10/01/2020	28	18	351,48	358,64	12,38	12,38	12,37
51	13/12/2019	10/01/2020	28	18	351,48	341,96	12,39	12,42	12,36
52	13/12/2019	10/01/2020	28	17	361,35	353,5	12,38	12,36	12,40
53	13/12/2019	10/01/2020	28	18	350,16	332,84	12,37	12,38	12,36
54	13/12/2019	10/01/2020	28	18	341,33	331,11	12,37	12,38	12,35
55	13/12/2019	10/01/2020	28	18	350,44	337,92	12,41	12,40	12,42
56	13/12/2019	10/01/2020	28	18	340,29	347,73	12,38	12,36	12,40
57	14/12/2019	11/01/2020	28	20	352,52	338,61	12,41	12,40	12,42
58	14/12/2019	11/01/2020	28	18	344,39	345,02	12,38	12,40	12,36

No	Tanggal		Umur Test	Slump	Kuat Tekan (kg/cm ²)		Berat (kg)	Berat (kg)	
	Tanggal Cor	Tanggal Test			1	2		1	2
60	14/12/2019	11/01/2020	28	18	336,25	351,48	12,38	12,40	12,36
61	14/12/2019	11/01/2020	28	19	343,69	366,43	12,41	12,40	12,42
62	14/12/2019	11/01/2020	28	19	355,58	344,73	12,38	12,40	12,36
63	14/12/2019	11/01/2020	28	18	354,2	346,75	12,41	12,40	12,42
64	15/12/2019	13/01/2020	29	19	341,96	355,23	12,37	12,36	12,38
65	15/12/2019	13/01/2020	29	17	352,52	341,33	12,36	12,36	12,36
66	15/12/2019	13/01/2020	29	19	277,9	289,46	12,38	12,36	12,40
67	15/12/2019	13/01/2020	29	19	348,08	340,29	12,38	12,40	12,35
68	15/12/2019	13/01/2020	29	19	349,46	343,69	12,39	12,42	12,36
69	16/12/2019	13/01/2020	28	18	350,16	326,03	12,41	12,38	12,43
70	16/12/2019	13/01/2020	28	18	342,31	349,81	12,36	12,34	12,38
71	16/12/2019	13/01/2020	28	19	341,67	351,14	12,38	12,36	12,40
72	16/12/2019	13/01/2020	28	19	343,35	330,13	12,33	12,30	12,36
73	16/12/2019	13/01/2020	28	20	359,62	352,52	12,39	12,42	12,36
74	16/12/2019	13/01/2020	28	19	350,16	367,12	12,36	12,36	12,36
75	17/12/2019	14/01/2020	28	20	340,63	321,65	12,40	12,38	12,42
76	17/12/2019	14/01/2020	28	19	359,97	349,46	12,38	12,40	12,35

6. Pengolahan Data

Setelah data-data tersebut dikumpulkan, kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan metode SPC (*Statistical Process Control*) untuk mengetahui apakah data sudah terkendali atau tidak.

7. Analisis Hasil

Analisis hasil dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya yaitu dengan melihat data pada peta kendali untuk dicari penyebab data tidak terkendali.

8. Kesimpulan dan Saran

Tahap selanjutnya adalah memberikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan diambil berdasarkan analisis hasil yang menjawab dari tujuan penelitian. Setelah itu, memberikan saran-saran agar menjadi lebih baik lagi untuk kedepannya.

9. Selesai

Penelitian ini berakhir pada tanggal 06 Februari 2020.

4. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini merupakan hasil pengolahan data menggunakan metode SPC.

Tabel 2. Perhitungan \bar{X} dan R

No	Kuat Tekan (kg/cm ²)		\bar{X}	R
	1	2		

No	Kuat Tekan (kg/cm ²)		\bar{X}	R
	1	2		
3	337,58	340,29	338,935	2,71
4	351,83	312,82	332,325	39,01
5	348,77	343,35	346,06	5,42
6	347,1	344,67	345,885	2,43
7	359,27	353,85	356,56	5,42
8	344,39	361,99	353,19	17,6
9	365,04	347,73	356,385	17,31
10	349,12	340,63	344,875	8,49
11	327,71	353,85	340,78	26,14
12	341,67	363,37	352,52	21,7
13	354,54	330,42	342,48	24,12
14	317,55	338,96	328,255	21,41
15	365,74	361,99	363,865	3,75
16	335,21	372,2	353,705	36,99
17	367,12	358,93	363,025	8,19
18	335,21	343,69	339,45	8,48
19	356,91	338,61	347,76	18,3
20	291,07	352,52	321,795	61,45

No	Kuat Tekan (kg/cm ²)		\bar{X}	R
	1	2		
21	336,88	358,64	347,76	21,76
22	344,39	360,31	352,35	15,92
23	356,56	348,42	352,49	8,14
24	364,06	355,23	359,645	8,83
25	289,78	279,87	284,825	9,91
26	351,48	354,2	352,84	2,72
27	368,79	349,81	359,3	18,98
28	366,43	367,76	367,095	1,33
29	360,31	371,16	365,735	10,85
30	360,31	344,67	352,49	15,64
31	340,29	339,94	340,115	0,35
32	350,44	353,5	351,97	3,06
33	346,75	351,14	348,945	4,39
34	366,77	353,5	360,135	13,27
35	356,56	338,27	347,415	18,29
36	351,48	335,9	343,69	15,58
37	349,12	343,69	346,405	5,43
38	338,27	343,69	340,98	5,42
39	350,44	339,94	345,19	10,5
40	352,87	361,99	357,43	9,12
41	363,72	345,02	354,37	18,7
42	350,16	365,04	357,6	14,88
43	351,83	344,67	348,25	7,16
44	345,71	337,23	341,47	8,48
45	353,85	341,96	347,905	11,89
46	375,6	352,87	364,235	22,73
47	355,93	356,21	356,07	0,28
48	357,6	359,27	358,435	1,67
49	339,94	356,91	348,425	16,97
50	351,48	358,64	355,06	7,16
51	351,48	341,96	346,72	9,52
52	361,35	353,5	357,425	7,85
53	350,16	332,84	341,5	17,32
54	341,33	331,11	336,22	10,22
55	350,44	337,92	344,18	12,52
56	340,29	347,73	344,01	7,44
57	352,52	338,61	345,565	13,91
58	344,39	345,02	344,705	0,63
59	362,33	356,21	359,27	6,12
60	336,25	351,48	343,865	15,23

No	Kuat Tekan (kg/cm ²)		\bar{X}	R
	1	2		
61	343,69	366,43	355,06	22,74
62	355,58	344,73	350,155	10,85
63	354,2	346,75	350,475	7,45
64	341,96	355,23	348,595	13,27
65	352,52	341,33	346,925	11,19
66	277,9	289,46	283,68	11,56
67	348,08	340,29	344,185	7,79
69	350,16	326,03	338,095	24,13
70	342,31	349,81	346,06	7,5
71	341,67	351,14	346,405	9,47
72	343,35	330,13	336,74	13,22
73	359,62	352,52	356,07	7,1
74	350,16	367,12	358,64	16,96
75	340,63	321,65	331,14	18,98
76	359,97	349,46	354,715	10,51
	Jumlah		26.402,8	966,78

Peta kendali \bar{X} dibuat dengan menggunakan rata-rata X (garis tengah) yang didapatkan dari perhitungan:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{26.042,8}{76} = 347,406$$

Sedangkan untuk garis tengah pada peta kendali R didapatkan dari perhitungan:

$$\bar{R} = \frac{966,78}{76} = 12,7208$$

Batas kendali atas dan bawah peta kendali \bar{X} untuk hasil uji tekan material beton tipe B2 adalah:

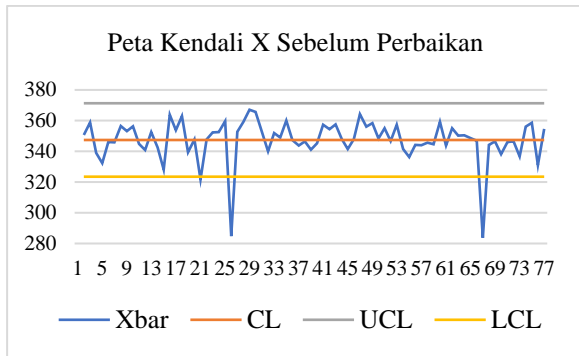
$$UCL = \bar{\bar{X}} + (A_2 \times \bar{R}) = 347,406 + (1,88 \times 12,7208) = 371,321$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - (A_2 \times \bar{R}) = 347,406 - (1,88 \times 12,7208) = 323,49$$

Batas kendali atas dan bawah peta kendali R untuk hasil uji tekan material beton tipe B2 adalah:

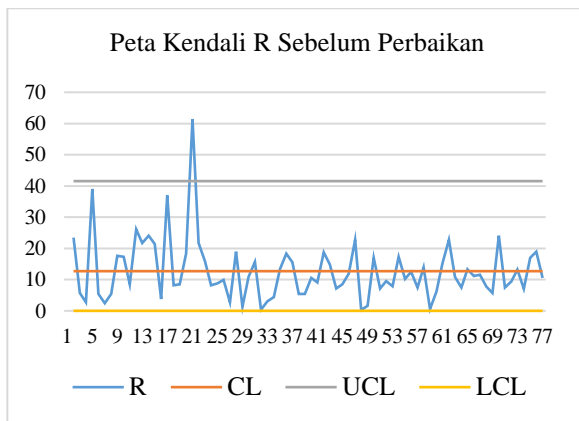
$$UCL = D_4 \times \bar{R} = 3,267 \times 12,7208 = 41,5588$$

$$LCL = D_3 \times \bar{R} = 0 \times 12,7208 = 0$$



Gambar 1. Peta Kendali \bar{X} Sebelum Perbaikan

Dari grafik peta kendali \bar{X} di atas terdapat data yang *out of control*, yaitu data dengan nomor sampel 20, 25 dan 66, maka dilakukan revisi terhadap peta kendali \bar{X} dengan menghilangkan data satu persatu.



Gambar 2. Peta Kendali R Sebelum Perbaikan

Perhitungan harus dilakukan perbaikan sebanyak tiga kali untuk membuat semua data menjadi terkendali. Berikut ini merupakan perhitungan peta kendali setelah dilakukan tiga kali perbaikan.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{25.512,5}{73} = 349,487$$

$$\bar{R} = \frac{883,86}{73} = 12,1077$$

Batas kendali atas dan bawah peta kendali \bar{X} untuk hasil uji tekan material beton tipe B2 setelah dilakukan tiga kali perbaikan adalah:

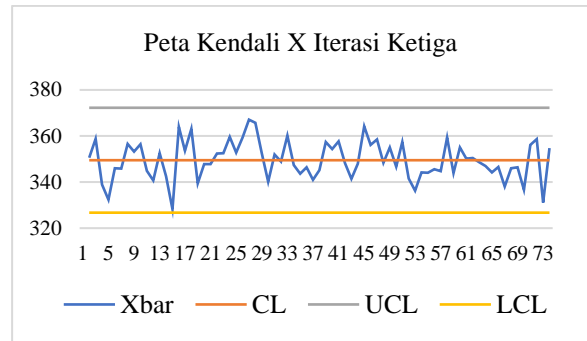
$$UCL = \bar{\bar{X}} + (A2 \times \bar{R}) = 349,487 + (1,88 \times 12,1077) = 372,249$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - (A2 \times \bar{R}) = 349,487 - (1,88 \times 12,1077) = 326,724$$

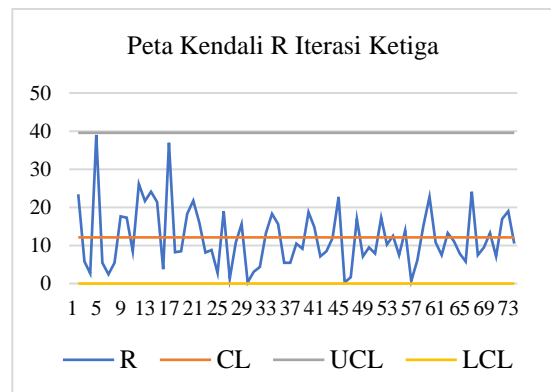
Batas kendali atas dan bawah peta kendali R untuk hasil uji tekan material beton tipe B2 setelah dilakukan tiga kali perbaikan adalah:

$$UCL = D4 \times \bar{R} = 3,267 \times 12,1077 = 39,5558$$

$$LCL = D3 \times \bar{R} = 0 \times 12,1077 = 0$$



Gambar 3. Peta Kendali \bar{X} Iterasi Ketiga



Gambar 4. Peta Kendali R Iterasi Ketiga

Berdasarkan hasil tiga kali perbaikan, dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 bahwa data sudah berada dalam batas pengendalian. Selanjutnya, proses kapabilitas dapat ditentukan.

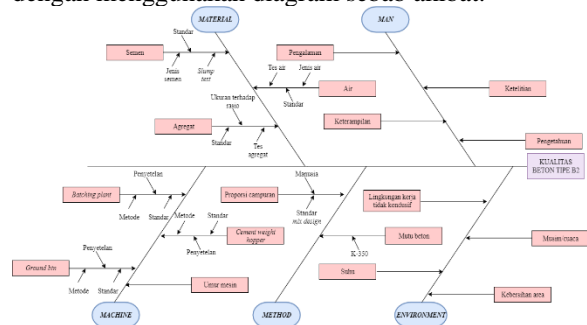
$$LSL = 290$$

$$\bar{\bar{X}} = 349,487$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{12,1077}{1,128} = 10,7338$$

$$C_p = \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3\sigma} = \frac{349,487 - 290}{3(10,7338)} = \frac{59,3166}{32,4481} = 1,8474$$

Dapat dilihat bahwa nilai kapabilitas proses (C_p) yang dihasilkan senilai 1,8474 dimana $C_p > 1$ maka proses kapabilitas yang dihasilkan konsisten bermutu sehingga tidak diperlukan perbaikan konsisten proses. Tetapi, data yang keluar batas tersebut dapat dianalisis dengan menggunakan diagram sebab akibat.



Gambar 5. Fishbone Diagram

Selanjutnya dilakukan uji koefisien korelasi Pearson dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antar variabel x yaitu umur tes, berat, dan hasil *slump test* terhadap variabel y yaitu hasil uji tekan beton.

Korelasi antara umur tes, berat, dan hasil *slump test* terhadap hasil uji tekan beton:

H₀: Terdapat korelasi

H₁: Tidak terdapat korelasi

Tabel 3. Uji Korelasi Koefisien Pearson

Correlations					
		Umur _Tes	Berat	Slump	Hasil_ Uji_ Tekan
Umur_ Tes	Pearson Correlation	1	.065	-.060	.066
	Sig. (2- tailed)		.576	.608	.572
	N	76	76	76	76
Berat	Pearson Correlation	.065	1	.035	.117
	Sig. (2- tailed)	.576		.763	.315
	N	76	76	76	76
Slump	Pearson Correlation	-.060	.035	1	-.017
	Sig. (2- tailed)	.608	.763		.887
	N	76	76	76	76
Hasil_ Uji_ Tekan	Pearson Correlation	.066	.117	-.017	1
	Sig. (2- tailed)	.572	.315	.887	
	N	76	76	76	76

Berdasarkan pengolahan data dengan *software* SPSS didapatkan bahwa nilai *Pearson Correlation* untuk ketiga variabel tidak mendekati angka 1,00 atau -1,00 dimana untuk umur tes 0,066; berat 0,117; dan hasil *slump test* -0,017. Nilai ketiga variabel tersebut berada di rentang < 0,2 dimana arti nilai rentang tersebut yaitu tingkat hubungannya sangat kecil. Oleh karena itu, tolak H₀. Sehingga kesimpulannya tidak terdapat korelasi antara umur tes, berat, dan hasil *slump test* dengan hasil uji tekan beton. Hal ini berarti bahwa hasil uji tekan beton tidak dipengaruhi oleh umur tes, berat, dan hasil *slump test*.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada Proyek Konstruksi Pembangunan *Fly Over* Cakung Jakarta maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kualitas material beton tipe B2 yang berkualitas memiliki spesifikasi yaitu hasil uji tekan minimal 290 kg/cm² dan *slump* bernilai 18 ± 2 cm. Data yang berjumlah 76 data yang merupakan hasil uji

tekan dari 27 November 2019 – 14 Januari 2020 telah memenuhi spesifikasi yang sesuai. Akan tetapi, hasil pengolahan data menunjukkan bahwa terdapat 3 dari 76 data yang berada di luar batas kendali bawah, di mana kedua data tersebut menunjukkan bahwa tidak semua data berada dalam *in control*. Data tersebut harus dihilangkan secara satu persatu dengan cara menghilangkan data yang paling jauh terhadap batas kendali bawah. Adapun data yang harus dihilangkan untuk iterasi pertama adalah data ke-66. Setelah peta kendali dilakukan iterasi pertama, hasilnya adalah terdapat dua data yang masih berada di luar kendali yaitu data ke-25 yang selanjutnya dilakukan iterasi kedua dan data ke-20 pada iterasi ketiga. Peta kendali yang telah dilakukan iterasi ketiga menunjukkan bahwa semua data telah terkendali (*in control*).

2. Adanya data yang berada di batas kendali bawah, dapat dianalisis faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya data yang tidak *in control* dengan *fishbone diagram*. Terdapat lima faktor utama yaitu material, manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), dan lingkungan (*environment*). Pada faktor material terdapat beberapa hal yang mempengaruhi yaitu semen (standar, jenis semen, dan *slump test*), agregat (ukuran terhadap rasio, standar, dan tes agregat), dan air (tes air, jenis air, dan standar). Faktor selanjutnya yaitu faktor manusia (*man*) yang dapat dipengaruhi oleh pengalaman, ketelitian, keterampilan, dan pengetahuan. Selain itu, faktor yang lain adalah faktor mesin (*machine*) yang dipengaruhi oleh *batching plant* (penyetelan, metode, dan standar), *ground bin* (penyetelan, metode, dan standar), *cement weight hopper* (metode, standar, dan penyetelan) serta adanya umur mesin. Faktor yang keempat yaitu faktor metode (*method*) yang dipengaruhi oleh proporsi campuran (manusia dan standar) serta mutu beton yang dihasilkan. Faktor terakhir yaitu faktor lingkungan (*environment*) dipengaruhi adanya lingkungan kerja yang tidak kondusif, musim/cuaca, suhu, dan kebersihan area.
3. Kemampuan proses (*capability proses*) dihasilkan jika data keseluruhan telah terkendali yang dicapai dengan 73 data menghasilkan nilai c_p sebesar 1,8474. Nilai c_p (kemampuan proses) yang dihasilkan berada pada nilai c_p > 1,33 yang menandakan bahwa proses telah memenuhi spesifikasi & dianggap mampu (*capable*).
4. Variabel yang ada pada penelitian ini yaitu variabel X1 (hasil *slump test*), X2 (umur tes), X3 (berat beton), dan variabel Y (hasil uji tekan beton). Dari pengolahan data menggunakan SPSS, menghasilkan nilai hubungan X1-Y sebesar 0,017; X2-Y sebesar 0,066; dan X3-Y sebesar 0,117. Nilai hubungan yang dihasilkan tersebut menunjukkan bahwa nilai tersebut berada di batas < 0,2 yang menunjukkan bahwa

variabel tersebut memiliki hubungan yang sangat kecil, bahkan jika terlalu kecil variabel tersebut dapat diabaikan.

Saran

Berikut adalah saran yang diberikan kepada perusahaan untuk mengendalikan kualitas material beton yaitu:

1. Perlu dilakukan dilakukan pengendalian dan penelitian lebih lanjut untuk terhadap faktor-faktor penyebab timbulnya material beton yang tidak memenuhi spesifikasi.
2. Terus melakukan tindakan pengendalian dengan peta kendali secara kontinu untuk mendapatkan proses yang stabil dan mengurangi bahkan tidak ada lagi material yang tidak memenuhi spesifikasi.

Daftar Pustaka

- Anthony, Robert, N., & Vijay, G. (2012). *Management Control System*. Jakarta: Salemba Empat.
- Assauri, S. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Revisi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Garvin, D. A. (1998). *Managing Quality*. New York: Free Press.
- Gasperez, V. (1997). *Manajemen Kualitas: Penerapan Konsep-konsep Kualitas dalam Manajemen Bisnis Total*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama dan Yayasan Indonesia Emas.
- Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (2002). *Pengantar Manajemen Mutu 2, Ed Bahasa Indonesia*. Jakarta: PT. Prenhalindo.
- Heizer, J., & Render, B. (2013). *Operation Management Edisi 7*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hughes, S. W., Tippett, D. D., & Thomas, W. K. (2004). Measuring Project Success in the Construction Industry. *Engineering Management Journal*, 31-37.
- Montgomery, D. C. (2001). *Introduction to Statistical Quality Control 4th Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Greenbelt, Blackbelts, and Managers at All Levels*. New York: Mc Graw Hill.
- Sudjana. (2002). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Walpole, R. E. (2012). *Probability Statistics for Engineers & Scientists*. Boston: Prentice Hall.