

**PENERAPAN SIKLUS DMAIC DENGAN METODE TAGUCHI UNTUK
MENINGKATKAN KUALITAS BATA MERAH DENGAN PENAMBAHAN SERBUK
KAYU (Studi Kasus: Industri Batu Bata Merah, Kelurahan Cemorokandang, Kecamatan
Kedungkandang, Kota Malang)**

**IMPLEMENTATION OF DMAIC CYCLE WITH TAGUCHI METHOD TO IMPROVE
QUALITY OF BRICK WITH THE ADDITION OF SAWDUST (The Case Study :
Industrial Centers of Bricks at Cemorokandang, Kedungkandang, Malang)**

Gisti Ayu Pratiwi¹⁾, Nasir Widha Setyanto²⁾, Lalu Tri Wijaya Nata Kusuma³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: gisti.srk11@gmail.com¹⁾, nazzyr_lin@ub.ac.id²⁾, eltriwijaya@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Industri batu bata merah Cemorokandang memproduksi batu bata merah dengan campuran bahan baku utama yaitu tanah liat dan abu hasil pembakaran tebu dengan proses produksi secara konvensional. Permasalahan pada proses produksi batu bata merah Cemorokandang ini adalah kurangnya pengetahuan mengenai pentingnya kuat tekan batu bata merah dan Standar Nasional Indonesia yaitu SII -0021-78 mengenai kuat tekan batu bata. Selain itu, terdapat permasalahan mengenai pencemaran yang terjadi dikarenakan limbah serbuk kayu hasil gergaji dari industri mebel di lingkungan sekitar, dan limbahnya belum dimanfaatkan sampai saat ini. Oleh karena itu, untuk mengidentifikasi dan upaya meningkatkan kualitas kuat tekan batu bata merah pada produksi batu bata maka diterapkannya Siklus Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control (DMAIC) dengan menggunakan pendekatan metode Taguchi. Berdasarkan hasil analisis DMAIC, didapatkan hasil bahwa enam hari produksi pada Bulan Juli, kuat tekan batu bata berada dibawah standar kuat tekan. Berdasarkan hasil eksperimen Taguchi yang dilakukan dengan adanya kombinasi serbuk gergaji pada komposisi adonan batu bata, maka dihasilkan Setting level optimal yaitu komposisi bahan baku (Tanah liat 75% : abu hasil pembakaran tebu 20% : serbuk gergaji 5%), Waktu Penggilingan selama 1,5 jam, Waktu pengeringan selama 3 hari, dan posisi pembakaran berada ditengah. Dengan menggunakan setting level optimal tersebut, nilai Defect per Million Opportunity (DPMO) mengalami penurunan dari 45600 menjadi 9500, lalu peningkatan terjadi pada nilai sigma dari 3,189 menjadi 3,844 dan peningkatan kapabilitas proses (Cpm dan Cpmk).

Kata kunci: Batu Bata, Kuat Tekan, Siklus DMAIC, Metode Taguchi

1. Pendahuluan

Persaingan dalam bidang pemasaran produk yang semakin ketat menuntut perusahaan memberikan yang terbaik bagi konsumennya. Kualitas produk merupakan salah satu kriteria penting bagi konsumen, maka diperlukan pengendalian dan peningkatan kualitas secara terus menerus untuk memenuhi harapan konsumen. Hal ini dikarenakan, kualitas suatu produk merupakan salah satu tolak ukur pertimbangan bagi pelanggan dalam memilih dan mengkonsumsi produk dalam jangka waktu yang lama.

Industri batu bata merah Cemorokandang adalah salah satu pusat industri batu bata merah yang berada di Kelurahan Cemorokandang, Kecamatan Kedung Kandang, Kota Malang. Industri batu bata ini terdiri atas beberapa pengrajin batu bata didaerah sekitar, salah satunya yaitu Bapak Sugimin. Industri batu bata

Cemorokandang memiliki pangsa pasar Kelurahan Cemorokandang Kota Malang hingga daerah Tumpang Kabupaten Malang.

Permasalahan yang terjadi pada pengrajin batu bata merah yaitu kurangnya pengetahuan mengenai pentingnya kuat tekan pada batu bata merah dan mengenai Standar Kuat Tekan Batu Bata SII-0021-78, sehingga cacat pada produk dianggap tidak bisa digunakan kembali. Untuk mengidentifikasi permasalahan dan meningkatkan kualitas kuat tekan batu bata pada proses produksi. Menurut salah satu produsen batu bata merah di Cemorokandang, menurut Bapak Sugimin selaku pengrajin mengatakan bahwa faktor yang menyebabkan produk *defect* pada batu bata merah antara lain kurangnya pengetahuan mengenai Standar Kuat Tekan Batu Bata SII-0021-78, kurangnya kontrol terhadap bahan baku (tanah liat dan abu hasil tebu), tidak adanya takaran pasti untuk

bahan baku, lamanya proses penggilingan adonan bahan baku, lamanya proses pengeringan, lamanya proses pembakaran, dan posisi pembakaran batu bata.

Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diizinkan untuk batu bata dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Kuat Tekan Batu Bata SII-0021-78

Kelas	Kuat Tekan rata-rata Minimum dari 30 buah bata yang diuji		Koefisien variasi yang diizinkan dari rata-rata kuat tekan bata yang diuji (%)
	Kg/cm ²	N/mm ²	
25	25	2,5	25 %
50	50	5	22%
100	100	10	22%
150	150	15	15%
200	200	20	15%
250	250	250	15%

(Sumber : Handayani (2010))

Pada Tabel 1., ditampilkan bahwa kuat tekan minimum yang harus dimiliki oleh sebuah batu bata merah adalah sebesar 25 kg/cm² atau 2,5 N/mm² pada kelas 25 yang artinya memiliki koefisien variasi yang diizinkan sebesar 25% dari rata-rata kuat tekan bata yang diuji. Sedangkan untuk modul standar ukuran batu bata merah yang sesuai dengan SII-0021-78 akan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran Modul Batu Bata Merah SII-0021-78

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65	90	190
M-5b	65	140	190
M-6	50	110	220

(Sumber:Handayani (2010))

Pada Tabel 2, ditampilkan bahwa terdapat ukuran modul yang diterapkan pada batu bata merah, seperti contoh pada penelitian ini ukuran modul yang digunakan adalah Modul M-6 dengan tebal sebesar 50 mm, lebar sebesar 110 mm, dan panjang sebesar 220 mm. Berikut data jumlah produk batu bata merah yang dihasilkan dan data variabel kuat tekan rata-rata pada batu bata yang diproduksi industri batu bata merah di Cemorokandang dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari uraian ini diketahui bahwa persentase batu bata merah yang mempunyai kualitas bagus sebesar 94,37%, sedangkan sisanya sebesar 5,63% merupakan persentase cacat produk batu bata merah yang tidak digunakan atau didaur ulang menjadi batu bata merah mentah kembali.

Tabel 3. Jumlah Produk Batu Bata Merah, Jumlah Defect, Kuat Tekan Batu Bata Merah Bulan Juli - Agustus 2014

Bulan	Hari	Jumlah Produk Batu Bata Merah (buah)	Jumlah Produk Batu Bata Merah yang cacat (buah)	Persentase defect	Rata-rata Kuat Tekan
Juli	1	600	31	5.17%	30.51
	2	550	29	5.27%	29.39
	3	750	45	6%	25.25
	4	525	27	5.14%	25.78
	5	525	23	4.38%	22.89
	6	600	34	5.67%	19.14
	7	650	35	5.38%	22.14
	8	700	40	5.71%	31.06
	9	550	30	5.45%	31.11
	10	650	36	5.54%	20.80
	11	575	33	5.74%	24.68
	12	675	37	5.48%	28.25
	13	600	35	5.83%	30.52
	14	700	39	5.57%	22.88
	15	650	34	5.23%	30.11
Agustus	16	700	41	5.86%	29.27
	17	600	36	6.0%	26.70
	18	550	29	5.3%	26.99
	19	750	47	6.3%	21.98
	20	525	28	5.3%	29.99
	21	525	25	4.8%	29.69
	22	600	37	6.2%	31.43
	23	650	35	5.4%	26.62
	24	700	40	5.7%	25.28
	25	650	38	5.8%	25.89
TOTAL Rata-rata		15550	864	5.63 %	26.6123

(Sumber: Data Primer Peneliti pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Brawijaya)

Dari hasil persentase tersebut, terdapat beberapa hari dimana kuat tekan tidak mencapai batas minimum standar yaitu pada hari ke – 5, 6, 7, 10, 11, dan 14. Hal ini mengakibatkan kerugian yang cukup besar yang diterima oleh pengrajin batu bata merah di Cemorokandang. Menurut Bapak Sugimin, kerugian yang diterima sebesar Rp 274.500,00 – Rp 500.000,00 per 16 hari (1 bulan produksi dengan tidak memperhitungkan lama waktu pengeringan) atau mengalami kerugian dalam proses produksi batu bata merah dalam dua sampai tiga hari. Selain itu, dari hasil kuat tekan batu bata didapatkan rata-rata kuat tekan sebesar 26,67 kg/cm², yaitu berada pada kelas 25 dengan kuat tekan minimum 25 kg/cm². Hasil ini hanya berada 1,67 kg/cm² dari kelas minimum standar kuat tekan SII-0021-78.

Selain itu, adanya limbah serbuk kayu hasil gergaji dari industri mebel yang mencemari lingkungan sekitar serta belum adanya alternatif pemanfaatan dari limbah serbuk kayu tersebut. Maka dari itu, peneliti mencoba mengkombinasikan serbuk kayu dan bahan utama batu bata yaitu tanah liat dan abu hasil pembakaran tebu untuk menciptakan batu bata yang diharapkan memiliki kualitas lebih baik yang sesuai dengan Standar Industri Indonesia Standar Kuat Tekan Batu Bata SII-0021-78. Menurut Hartono (2011) dan Handayani (2010), serbuk gergaji dapat

meningkatkan kuat tekan batu bata berkisar antara 25,72612 kg/cm² sampai 32,5925 kg/cm², serta membuat batu bata memiliki berat lebih ringan.

Metode yang digunakan adalah metode *Six Sigma* yang didukung oleh penerapan fase *Define, Measure, Analyse, Improve, dan Control* (DMAIC) disertai dengan menggunakan pendekatan Metode *Taguchi*. *Six Sigma* berfungsi untuk meningkatkan kualitas proses produksi dengan mengurangi tingkat *defect* pada kualitas atribut maupun kualitas variabel. Penelitian ini difokuskan pada fungsi *six sigma* kualitas variabel produk, dikarenakan kurangnya perhatian pengrajin terhadap pentingnya kuat tekan batu bata merah yang bertujuan untuk mengurangi kerugian karena sifat subyektif yang selalu diterapkan pengrajin sebelumnya.

Pengendalian kualitas yang dilakukan dalam penelitian ini digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam mencapai kestabilan proses dan Analisa Kapabilitas Proses (AKP) untuk mengukur keseragaman proses dalam menghasilkan produk. Metode *Taguchi* dalam penerapan metode *Six Sigma* dirasa sangat sesuai, hal ini dikarenakan metode *Taguchi* merupakan sebuah metodologi dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin dikarenakan metode *Taguchi* melakukan lebih sedikit eksperimen dibandingkan eksperimen lain (Belavendram, 1995).

Penggunaan Metode *Taguchi* dan *Six Sigma* dengan siklus DMAIC yang dilakukan terhadap faktor yang berpengaruh diharapkan mampu menghasilkan level faktor yang optimal. Sehingga dapat mengetahui apakah kuat tekan yang dihasilkan dari adanya penambahan serbuk kayu dari hasil gergaji ini dapat sesuai dengan standar yang telah dimiliki oleh Indonesia, serta membantu untuk mengurangi kerugian yang didapatkan industri batu bata merah di Cemorokandang, Malang

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Hal ini dikarenakan peneliti akan melakukan percobaan langsung terhadap objek penelitian. Objek penelitian ini yaitu Batu Bata Merah Cemorokandang. Penelitian ini dilakukan di sentra industri Batu Bata Merah

Kelurahan Cemorokandang, Kecamatan Kedung Kandang, Kota Malang, pada Bulan Juli 2014 sampai dengan Bulan Januari 2015.

2.1 Langkah – Langkah Penelitian

Metodologi penelitian digambarkan dalam bentuk langkah – langkah yang akan dilakukan peneliti yaitu:

1. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan studi pustaka dan studi lapangan. Kemudian mengidentifikasi dan merumuskan masalah, maka ditetapkan pula tujuan dari pemecahan masalah yang akan dilakukan.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lapangan, dimana dalam penelitian ini data itu meliputi data faktor penyebab ketidaksesuaian kuat tekan batu bata, data komposisi bahan pembuatan batu bata dan data kuat tekan batu bata hasil desain eksperimen dengan Metode *Taguchi*. Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui riset kepustakaan dan telah hasil penelitian sejenis yang pernah dilakukan, dimana dalam penelitian ini data itu meliputi data waktu produksi pada Bulan Juli hingga Agustus 2014 dan data kuat tekan batu bata.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan Metode *Six Sigma* dengan siklus DMAIC dengan pendekatan Metode *Taguchi* untuk *improve* proses produksi batu bata sehingga dapat meningkatkan kualitas kuat tekan produk, selain itu juga menggunakan alat pengendalian proses statistik dan Analisa Kapabilitas Proses (AKP). Penggunaan analisis *Six Sigma* pada penelitian ini dilakukan sampai pada fase *control*. Fase *Define* dilakukan identifikasi tujuan *Six Sigma* dan diagram SIPOC. Sedangkan Fase *Measure* dilakukan penetapan karakteristik kualitas kunci atau CTQ (*Critical To Quality*), menghitung dan membuat peta kontrol, dan menghitung analisa kapabilitas proses yang ditetapkan menggunakan satuan DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan level *sigma*. Selanjutnya Fase *Analyse* menggambarkan diagram sebab akibat untuk menentukan akar

penyebab masalah dari CTQ. Pada fase *Improve*, dilakukan perbaikan pada penyebab *defect* yang dapat dikendalikan dengan menggunakan metode *Taguchi* sehingga nantinya diketahui *setting* level optimal untuk proses produksi. Pada tahap *control* dilakukan agar penggunaan *setting* level optimal dapat meningkatkan kuat tekan batu bata merah.

4. Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya sehingga dapat diketahui apakah hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengolahan data, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini. Hal ini mengacu pada tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Fase Define

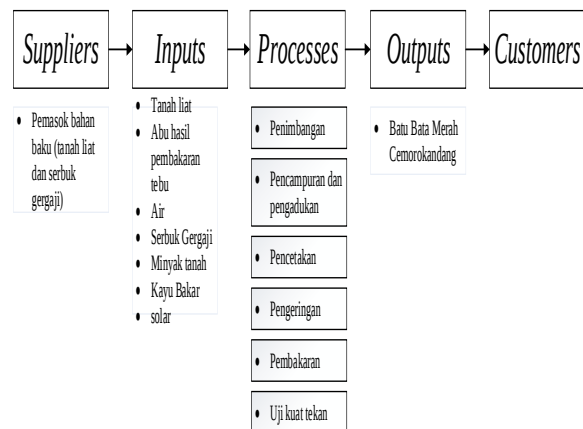
Pada fase *define* peneliti mendefinisikan dan mendeskripsikan masalah kualitas yang dihadapi beserta penentuan tujuan yang ingin dicapai. Pada tahap ini juga dilakukan pemetaan terhadap objek penelitian dengan menggunakan diagram SIPOC untuk mengetahui aliran produksinya. Berikut langkah – langkah yang dilakukan dalam fase *Define*.

3.1.1 Identifikasi Tujuan Six Sigma

Seperti yang telah ditampilkan pada Tabel 3 mengenai Jumlah produk batu bata merah, jumlah *Defect*, dan kuat tekan batu bata merah pada bulan Juli sampai Agustus 2014, maka, tujuan dari penggunaan siklus DMAIC pada metode *Six Sigma* di industri batu bata merah yaitu meningkatkan kualitas kuat tekan batu bata merah yang sesuai dengan Standar Industri Indonesia Standar Kuat Tekan Batu Bata SII-0021-78 (Handayani, 2010), yaitu minimal 25 kg/cm² dan maksimal 250 kg/cm². Tujuan ini memiliki latar belakang yaitu pada kenyataannya kuat tekan yang dihasilkan pada hari ke-5, 6, 7, 10, 11, dan 14 kurang dari 25 kg/cm². Hal ini menunjukkan proses produksi yang dilakukan belum berjalan dengan baik oleh pengrajin batu bata Bapak Sugimin.

3.1.2 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC digunakan untuk mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan yang terlibat dalam proses tersebut (Gasperz, 2002). Proses kunci dalam pembuatan batu bata Cemorokandang adalah pemilihan bahan baku dan proses produksi batu bata. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan batu bata harus memiliki kualitas yang baik. Kualitas tanah liat yang baik adalah tanah yang padat dan berwarna hitam pekat. Sedangkan pada proses produksinya diharapkan dapat meningkatkan kualitas kuat tekan yang dihasilkan dari campuran bahan baku utama yaitu tanah liat dan abu hasil pembakaran tebu dan bahan baku tambahan yaitu serbuk gergaji. Diagram SIPOC dari proses pembuatan batu bata merah ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram SIPOC

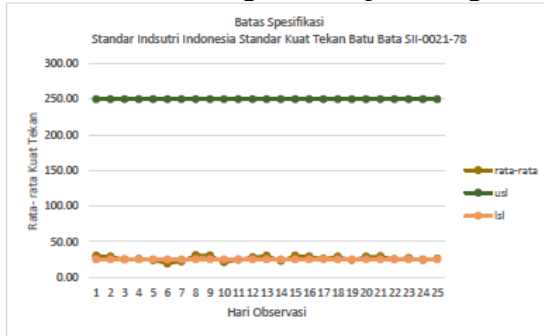
3.2 Fase Measure

Fase *Measure* merupakan tahap pengukuran terhadap objek penelitian yaitu Batu Bata Cemorokandang. Pemeriksaan dilakukan dari segi kuat tekan batu bata merah pada 25 Hari pada Bulan Juli 2014 sampai Agustus 2014.

3.2.1 Penetapan CTQ Kunci

CTQ merupakan karakteristik – karakteristik kunci yang dapat menyebabkan cacat pada batu bata sehingga tidak memenuhi harapan pelanggan atau konsumen CTQ pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan Standar Industri Indonesia Standar Kuat Tekan Batu Bata SII-0021-78 (Handayani, 2010). Berdasarkan data mengenai kuat tekan batu bata yang telah ditampilkan pada Tabel 3 dengan pertimbangan Standar Kuat Tekan Batu Bata SII-0021-78 yang ditampilkan pada Tabel 1., maka CTQ

kuat tekan yang dimiliki oleh data tersebut berada diantara 25 kg/cm² sampai 250kg/cm².



Gambar 2. Grafik Standar Industri Batu Bata Bulan Juli sampai Agustus 2014

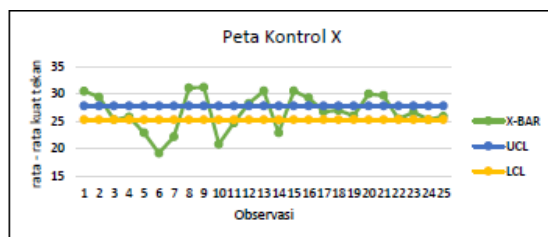
3.2.2 Pengukuran Performa Produk Batu Bata Merah

Pengukuran performa pada produk batu bata merah meliputi pengendalian kualitas proses statistik untuk data variabel dan pengukuran tingkat performa sekarang.

a. Pengendalian Kualitas Proses Statistik Data Variabel

Pengukuran performa yang pertama yaitu dengan melakukan pengendalian kualitas proses statistik untuk data variabel. Penelitian ini menggunakan *X-Chart* dan *R-Chart* untuk mengetahui rata-rata kuat tekan dan *range* (jangkauan) yang dihasilkan dari pengukuran kuat tekan batu bata tersebut. Peta pengendali rata-rata merupakan peta pengendali untuk melihat apakah proses masih berada dalam batas pengendalian atau tidak (Ariani, 2004). Selain itu peta pengendalian rata-rata menunjukkan apakah rata-rata yang dihasilkan oleh produk sesuai dengan standar pengendalian yang digunakan perusahaan atau tidak. Setelah dilakukan pengolahan data, lalu dilanjutkan dengan membuat peta kontrol *X* dan *R* sesuai dengan batas kontrol dan batas spesifikasi untuk *X-chart*.

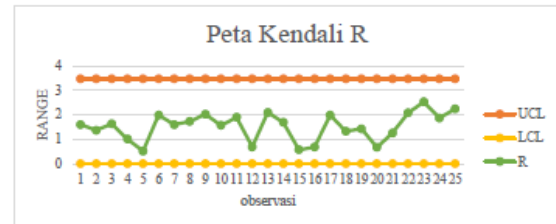
1. Peta kontrol *X* dengan batas kontrol



Gambar 3. Peta Kontrol *X*

Berdasarkan peta control *X* terdapat beberapa hari produksi yang memiliki kuat tekan kurang dari 25 kg/cm². Hal ini terjadi dikarenakan

adanya faktor – faktor tak terdefinisi yang memberikan pengaruh terhadap hasil produksi kuat tekan, seperti cuaca yang tidak tentu pada proses pengeringan dan pembakaran, serta kandungan air dalam tanah yang belum diperhitungkan.



Gambar 4. Peta Kontrol *R*

Dari hasil pemetaan menggunakan peta kontrol *R*, tidak ada nilai *range* yang keluar dari batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dari hasil perhitungan peta *R* diatas.

b. Pengukuran *Baseline Performance*

Peningkatan kualitas *Six Sigma* yang ditetapkan akan berfokus pada upaya - upaya giat dalam peningkatan kualitas menuju kegagalan nol (*zero defect*) sehingga memberikan kepuasan total (100%) kepada pelanggan (Gasperz, 2002), maka sebelum suatu proyek *Six Sigma* dimulai, langkah yang harus dilakukan yaitu harus mengetahui tingkat peforma sekarang *baseline* peforma. *Baseline* peforma dalam *Six sigma* yaitu melakukan penghitungan analisa kapabilitas proses yang ditetapkan menggunakan satuan pengukuran *DPMO* (*Defect per Million Opportunity*) dan tingkat kapabilitas sigma (*sigma level*) berdasarkan *Six Sigma Motorola*.

1. Perhitungan *DPMO*

$$USL = 250$$

$$LSL = 25$$

$$DPMO = \left(\left(z \geq \frac{USL - \bar{X}}{\sigma} \right) \times 1000000 \right) + \left(\left(z \leq \frac{LSL - \bar{X}}{\sigma} \right) \times 1000000 \right) \quad (\text{pers.1})$$

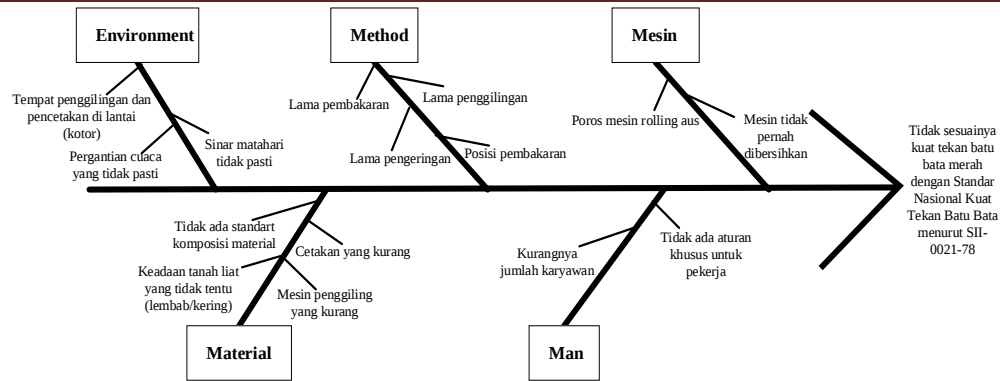
$$DPMO = \left(\left(z \geq \frac{250 - 26,67}{0,74} \right) \times 1000000 \right) + \left(\left(z \leq \frac{26,67 - 25}{0,74} \right) \times 1000000 \right)$$

$$DPMO = 45600$$

2. Perhitungan nilai sigma dengan menggunakan tabel

$$\text{Nilai DPMO} = 45600$$

Didapatkan nilai *DPMO* yang mendekati adalah 45514 dengan nilai sigma sebesar 3,19 dan 46479 dengan nilai sigma sebesar 3,18. Maka hasil interpolasi nilai sigma, yaitu :



Gambar 5. Fish Bone Diagram

$$\begin{aligned} \frac{46479 - 45514}{965} &= \frac{3,18 - 3,19}{3,18 - x} \\ \frac{879}{965} &= \frac{3,18 - x}{3,18 - x} \\ 3068,7 - 965x &= -8,79 \\ x &= 3,189 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Cpm
 Dikarenakan pelanggan hanya fokus terhadap batas minimum kuat tekan, maka perhitungan Cpm hanya menggunakan *Least Spesification Limit (LSL)* atau batas spesifikasi bawah saja.

$T = 30$ (keinginan perusahaan)

$$Cpm = (LSL - T) / \{3\sqrt{(\bar{X} - T)^2 + \sigma^2}\} \quad (\text{pers.2})$$

$$Cpm = (25 - 30) / \{3\sqrt{(26,67 - 30)^2 + 0,74^2}\}$$

$$Cpm = 0,494.$$

4. Perhitungan Cpmk

$$Cpmk = \frac{0,75}{\sqrt{1 + \left\{\frac{26,67 - 30}{0,74}\right\}^2}} = 0,04$$

3.3 Fase Analyze

Fase *analyze* bertujuan untuk menguji data yang dikumpulkan pada fase *measure* untuk menentukan daftar prioritas dari sumber variasi dan akar penyebab kegagalan atau cacat. Berdasarkan hasil penelitian, berikut ini diagram sebab akibat yang menyebabkan variasi pada proses produksi batu bata merah pada CTQ yang ditampilkan pada Gambar 6. Dari hasil keseluruhan analisa *fishbone* diagram didapatkan bahwa faktor yang dianggap paling dominan dan berpengaruh terhadap peningkatan kualitas kuat tekan batu bata merah adalah Lama penggilingan, Lama pengeringan, Posisi Pembakaran, dan Komposisi bahan baku.

3.4 Fase Improve

Fase *Improve* dilakukan untuk melakukan tindakan perbaikan dalam rangka mengoptimalkan proses. Pada penelitian

perbaikan proses menggunakan metode *Taguchi* untuk mendapatkan *setting level* optimal sehingga dapat memenuhi atau melebihi tujuan dari proyek *Six Sigma*. Berikut ini adalah langkah – langkah pada fase *Improve*. Untuk penetapan karakteristik kualitas kuat tekan batu bata hasil eksperimen diharapkan yaitu *Larger the Better* yaitu semakin besar kuat tekan maka semakin baik kualitas batu bata tersebut. Penetapan level faktor pada penelitian ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Level Faktor yang Berpengaruh

Faktor yang berpengaruh	Level Faktor		
	1	2	3
Rasio Tanah Liat : abu tebu : serbuk gergaji	75% : 25 %	75% : 20% : 5%	75% : 15% : 10%
Lama penggilingan	1 jam	1,5 jam	2 jam
Lama pengeringan	3 hari	4 hari	5 hari
Posisi pembakaran	Lapisan Atas	Lapisan Tengah	Lapisan Bawah

Jumlah eksperimen yang harus dibuat sesuai dengan *orthogonal array* L_9 (3^4) adalah 9 kali eksperimen dan setiap eksperimen memiliki beberapa kali replikasi. Menurut Montgomery (2009 : 231), jumlah *trial* yang digunakan dalam setiap subgroup yaitu antara 3 hingga 5, sehingga diputuskan untuk melakukan 4 kali *trial* dalam setiap eksperimennya dengan total kesekuruhan data berjumlah 36.

3.4.1 Perhitungan Analysis of Variance (ANOVA) untuk Data Variabel

Metode *Taguchi* menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) data variabel bertujuan untuk mencari faktor – faktor yang mempengaruhi nilai respon. *Analysis of Variance* (ANOVA) merupakan metode yang digunakan untuk mencari *setting level* optimal guna meminimalkan penyimpangan variansi

Berikut ini langkah – langkah perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variabel.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Rata-rata Kuat Tekan

A	B	C	D	KUAT 1	KUAT 2	KUAT 3	KUAT 4	Rata-rata
1	1	1	1	32.96	33.19	32.29	33.23	32.92
1	2	2	2	33.24	33.76	33.14	33.73	33.47
1	3	3	3	33.09	32.53	32.87	32.37	32.72
2	1	2	3	32.41	32.11	32.36	32.60	32.37
2	2	3	1	32.59	32.98	33.45	33.71	33.19
2	3	1	2	35.13	35.58	34.68	35.74	35.29
3	1	3	2	32.73	32.84	32.00	32.32	32.48
3	2	1	3	32.32	32.76	32.13	33.03	32.56
3	3	2	1	31.15	31.05	30.64	30.69	30.89

1. Membuat Tabel Respon

Berikut ini adalah contoh perhitungan pada Tabel Respon.

$$(\overline{A1}) = \frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{3} \quad (\text{pers.3})$$

$$(\overline{A1}) = \frac{(32,95981+33,2407+33,099)}{3}$$

$$(\overline{A1}) = 33,03753679$$

Hasil dari perhitungan tabel respon disajikan dalam Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Tabel Respon

Faktor	A	B	C	D
1	33.037	32.592	33.592	32.333
2	33.617	33.075	32.245	33.746
3	31.977	32.965	32.795	32.553
diff	1.641	0.483	1.347	1.413
rank	1	4	3	2

Dari perhitungan tabel respon berikut, didapatkan hasil bahwa level faktor yang berpengaruh adalah, Faktor A Level 2 (Komposisi 75% Tanah liat : 20% abu pembakaran tebu : 5% serbuk gergaji), Faktor B Level 2 (Lama penggilingan 1,5 jam), Faktor C Level 1 (Lama pengeringan 3 hari), dan Faktor D Level 2 (Posisi pembakaran di tengah).

2. Mengolah data ANOVA

a. Menghitung Jumlah Kuadrat Total (ST)

$$SST = \sum y^2 \quad (\text{pers.4})$$

$$SST = 33,0375^2 + 32,5921^2 + + \dots + 31,9768^2 + 32,9648^2$$

$$SST = 38960,11$$

b. Menghitung jumlah rata – rata kuadrat (*SSmean*)

$$\begin{aligned} 1) \text{ Total kuat tekan keseluruhan} &= 33,3753679 + 32,59213013 + \dots + 31,97689691 + 32,96480683 \\ \text{Total kuat tekan keseluruhan} &= 1183,585446 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Rata – rata kuat tekan seluruhnya}$$

$$(\bar{y}) = \frac{\text{Total kuat tekan}}{36}$$

$$(\bar{y}) = \frac{1183,585446}{36} = 32,87737$$

3) Setelah dilakukan perhitungan total kuat tekan keseluruhan maka dilakukan Jumlah Kuadrat Rata – rata.

$$SS_{\text{mean}} = n \cdot \bar{y}^2 \quad (\text{pers.5})$$

$$SS_{\text{mean}} = 38913,18$$

c. Menghitung jumlah kuadrat masing – masing faktor (*SS_A, SS_B, SS_C, SS_D*). Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk *SS_A*.

$$SS_A = ((\overline{A1})^2 \times n1) + ((\overline{A2})^2 \times n2) + ((\overline{A3})^2 \times n3) - SS_{\text{mean}} \quad (\text{pers.6})$$

$$SS_A = (33,075^2 \times 12) + (34,788^2 \times 12) + (33,371^2 \times 12) - 38913,18$$

$$SS_A = 16,61$$

d. Menghitung Jumlah Kuadrat Error (*SSe*)

$$SSe = SST - SS_{\text{mean}} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_D \quad (\text{pers.7})$$

$$SSe = 38960,11 - 38913,18 - 16,61 - 1,54 - 11 - 13,88$$

$$SSe = 3,89$$

e. Membuat Tabel ANOVA

1) Menghitung Derajat Kebebasan Faktor

$$V_A = (\text{number of levels} - 1) \quad (\text{pers.8})$$

$$V_A = (3 - 1) = 2$$

Begitupula dengan derajat kebebasan B, C, dan D.

2) Menghitung Derajat Kebebasan Total

$$v_T = (\text{number of eksperiment} - 1) \quad (\text{pers.9})$$

$$v_T = (36 - 1) = 35$$

3) Menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat (*MS*)

Berikut ini adalah contoh perhitungan Rata - rata Jumlah Kuadrat A

$$MSA = \frac{SS_A}{v_A} \quad (\text{pers.10})$$

$$MSA = \frac{16,61}{2} = 8,30744513$$

4) Menghitung Rasio (*F-Ratio*)

Berikut ini adalah contoh perhitungan Rasio (*F-Ratio*) A.

$$F \text{ ratio } A = \frac{MS_A}{MS_{\text{Error}}} \quad (\text{pers.11})$$

$$F \text{ ratio } A = \frac{8,30744513}{0,14420715} = 57,60772087$$

5) Mengitung *SS'* Pada masing-masing faktor

Berikut ini adalah contoh perhitungan *SSA'*.

$$SS' \text{ faktor} = SS \text{ faktor} - (v \text{ faktor} \times MS \text{ error}) \quad (\text{pers.12})$$

$$SSA' = 16,61489026 - (2 \times 0,14420715)$$

$$SSA' = 16,32648$$

Berikut ini adalah perhitungan *SS'* error.

$$SSe' = SST - \text{jumlah semua faktor} \quad (\text{pers.13})$$

$$SSe' = 46,92827633 - (16,32648 + 1,249232 + 10,712 + 13,59332)$$

$$SSe' = 5,04725$$

- 6) Menghitung Rho% (Persentase Rasio Akhir) pada masing-masing faktor. Berikut ini adalah contoh perhitungan Rho% A.

$$\text{Rho\% A} = \frac{SSA'}{SST} \quad (\text{pers.14})$$

$$\text{Rho\% A} = \frac{16,32648}{46,92827633}$$

$$\text{Rho\% A} = 34,79027409 \%$$

3. Tabel Analysis of Variance (ANOVA) data Variabel

Tabel 7. Analysis of Variance (ANOVA)

Sumber	SS	DF	MS	Fratio	SS'	RATIO%
A	16.614	2	8.31	57.6077	16.32	34.79
B	1.5376	2	0.77	5.33138	1.249	2.66
C	11.	2	5.5	38.1409	10.712	22.82
D	13.881	2	6.94	48.1312	13.59	28.966
e	3.89	27	0.14	1	5.047	10.755
SSt	46.928	35	1.34		46.92	
MEAN	38913.	1				
Sstotal	38960.	36				

Dari Tabel 7 *Analysis of Variance* untuk data variabel diketahui bahwa dari seluruh faktor memiliki nilai $F\text{-ratio} \geq F\text{-tabel}$ ($F_{0,05}(2; 27) = 3,35$), hal ini dapat diartikan bahwa seluruh faktor memiliki pengaruh terhadap peningkatan kualitas kuat tekan batu bata. Sedangkan untuk nilai % *Ratio* (persen kontribusi) didapatkan hasil bahwa faktor yang memiliki persen kontribusi terbesar yaitu faktor A (komposisi tanah liat : abu sisa tebu : serbuk kayu) sebesar 34,79027409 % dan faktor yang memiliki tingkat persen kontribusi paling rendah dengan nilai yaitu 2,662002862% yaitu faktor B (lama penggilingan). Dari penjabaran tersebut, dapat disimpulkan bahwa faktor yang memiliki pengaruh signifikan yang besar yaitu Faktor A (komposisi tanah liat : abu sisa tebu : serbuk kayu), C (lama waktu pengeringan) dan D (posisi pembakaran), sedangkan untuk faktor B (lama penggilingan) memiliki pengaruh yang kecil terhadap peningkatan kualitas kuat tekan.

4. Pooling up

Pooling dilakukan pada faktor B dikarenakan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan semua faktor, maka dilakukan *pooling up* untuk faktor ini. Hal ini dilakukan untuk mengetahui faktor mana yang paling signifikan dan berpengaruh paling besar terhadap kuat tekan batu bata. Berikut ini adalah perhitungan untuk *pooling up* faktor B.

a. $SS (\text{pooled } e) = Se + SSB$ (pers.15)

$$SS (\text{pooled } e) = 3,89 + 1,537646355$$

$$SS (\text{pooled } e) = 5,43123935$$

b. $DF (\text{pooled } e) = ve + vB$ (pers.16)

$$DF (\text{pooled } e) = 27 + 2 = 29$$

c. $MS_{\text{pooled } e} = \frac{SS_{\text{pooled } e}}{DF_{\text{pooled } e}}$ (pers.17)

$$MS_{\text{pooled } e} = \frac{5,43123935}{29} = 0,187284116$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan ANOVA data variabel setelah dilakukan *pooling*.

Tabel 8. ANOVA Pooling

Sumber	POOL	SS	DF	MS	Fratio	SS'	RATIO %
A		16.61	2	8.307	44.35745	16.24	34.60
B	Y	1.53	2	0.768	-	-	-
C		11	2	5.500	29.36824	10.62	22.64
D		13.88	2	6.940	37.06064	13.50	28.78
e	Y	3.893	27	0.144	-	-	-
pooled e		5.43	29	0.187	1	6.55	13.96
SSt		46.92	35	1.340		46.92	100
MEAN		38913.18	1				
Sstotal		38960.10	36				

Dari hasil *pooling* didapatkan bahwa, faktor-faktor yang mampu memberikan kontribusi paling besar dalam meningkatkan kuat tekan batu bata merah adalah faktor A (komposisi tanah liat : abu hasil pembakaran : serbuk gergaji), faktor C (lama pengeringan) dan D (posisi pembakaran), namun sebenarnya faktor B (lama penggilingan) juga memiliki pengaruh dan kontribusi terhadap peningkatan kualitas kuat tekan, tetapi nilainya lebih kecil dibandingkan dengan faktor lain.

3.4.2 Perhitungan Nilai Signal Noise to Ratio (SNR)

Perhitungan nilai *Signal to Noise to Ratio* (SNR) bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor mana saja yang mempengaruhi nilai variansi pada eksperimen ini. SNR yang digunakan pada penelitian ini yaitu SNR – *Larger the Better* yang memiliki karakteristik semakin besar semakin baik. Berikut ini adalah langkah – langkah pengujian ANOVA *Signal Noise to Ratio* (SNR).

1. Perhitungan Signal Noise to Ratio (SNR)

Masing – masing Eksperimen

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk eksperimen pertama pada *Signal Noise to Ratio* (SNR).

$$\eta = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (\text{pers.18})$$

$$\eta_1 = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{4} \times \left(\frac{1}{32,95981^2} + \frac{1}{333,19696^2} + \frac{1}{32,29819^2} + \frac{1}{33,23405^2} \right) \right)$$

$$\eta_1 = 30.348073576$$

Hasil dari perhitungan SNR ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Signal Noise to Ratio*

A	b	c	D	KUAT 1	KUAT 2	KUAT 3	KUAT 4	1/N	1/YI ²	SNR
1	1	1	1	32.95981	33.19696	32.29819	33.23405	0.25	0.0036919230	30.348073576
1	2	2	2	33.24070	33.76793	33.14174	33.73806	0.25	0.0035709784	30.49272767
1	3	3	3	33.09900	32.53000	32.87000	32.37400	0.25	0.0037374697	30.29482306
2	1	3	3	32.41466	32.11430	32.36860	32.60499	0.25	0.0038164666	30.20398524
2	2	2	1	32.59978	32.98854	33.45568	33.71201	0.25	0.0036331949	30.417713
2	3	1	2	35.13328	35.58914	34.68367	35.74759	0.25	0.0032134928	30.95082658
3	1	3	2	32.73700	32.84500	32.00700	32.32500	0.25	0.0037932079	30.2305335
3	2	1	3	32.32810	32.76250	32.13340	33.03376	0.25	0.0037733445	30.2533353
3	3	2	1	31.15400	31.05400	30.64500	30.69800	0.25	0.0041932761	29.79506531

1. Membuat Tabel Respon *Signal Noise Ratio* (SNR)

$$(\overline{A1}) = \frac{(30348073576 + 30,49272767 + 30,29482306)}{3}$$

$$(\overline{A1}) = 30,37854144$$

Hasil dari perhitungan tabel respon disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Tabel Respon *Signal Noise to Ratio*

	A	B	C	D
1	30.37854144	30.26086411	30.51741182	30.18695063
2	30.52417494	30.38792533	30.16392608	30.55802925
3	30.09297804	30.34690498	30.31435652	30.25071454
Diff	0.43119690	0.12706122	0.35348574	0.37107862
rank	1	4	3	2

Dari hasil Tabel Respon *Signal Noise to Ratio* tersebut, dipilihlah nilai level faktor paling besar pada setiap faktor, hal ini digunakan sebagai penerapan *Signal Noise Ratio* (SNR) pada *Larger The Better*. Maka level faktor yang berpengaruh adalah, Faktor A Level 2 (Komposisi 75% Tanah liat : 20% abu pembakaran tebu : 5% serbuk gergaji), Faktor B Level 2 (Lama penggilingan 1,5 jam), Faktor C Level 1 (Lama pengeringan 3 hari), dan Faktor D Level 2 (Posisi pembakaran di tengah).

3.4.3 Perkiraan Kondisi dan Selang Kepercayaan

Berdasarkan hasil dari ANOVA untuk data variabel, faktor yang berpengaruh dan mempunyai kontribusi besar untuk meningkatkan kuat tekan batu bata merah yaitu A2, C1, dan D2. Berikut ini perhitungan perkiraan kondisi optimal dan selang kepercayaan.

1. Perkiraan kondisi optimal dan selang kepercayaan untuk nilai rata – rata *Noise Ratio* (SNR) ($\bar{y}$) = 30.33189814
2. Perhitungan selang kepercayaan nilai prediksi rata – rata ($\bar{y}$)

$$\mu_{prediksi} = \bar{y} + (\overline{A2} - \bar{y}) + (\overline{C1} - \bar{y}) + (\overline{D2} - \bar{y}) \quad (\text{pers.19})$$

$$\mu_{prediksi} = 30,93581973 \text{ kg/cm}^2$$
3. Berikut ini merupakan perhitungan selang kepercayaan nilai rata – rata

$$n_{eff} = \frac{\text{total number of experiment}}{\text{sum of degree of freedom used in estimate of mean}} \quad (\text{pers.20})$$

$$n_{eff} = \frac{9 \times 4}{DF\mu + DFA + DFC + DFD}$$

$$n_{eff} = \frac{36}{1 + 2 + 2 + 2} = 5,142857143$$

Maka perhitungan selang kepercayaan sebagai berikut :

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MSE_e \times \left| \frac{1}{n_{eff}} \right| \right)} \quad (\text{pers.21})$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(3,3 \times 0,187284116 \times \left| \frac{1}{5,142857143} \right| \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0,346661181$$

Maka selang kepercayaan untuk proses optimal :

$$\mu_{prediksi} - Cl \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + Cl$$

$$30,8915855 \leq \mu_{prediksi} \leq 31,28248091$$

3.4.4 Eksperimen Konfirmasi

Peneliti membuat 100 batu bata dengan menggunakan faktor dan level optimal, sehingga jumlah sampel batu bata yang akan digunakan dalam eksperimen konfirmasi yaitu 25 batu bata. Berikut ini adalah hasil eksperimen konfirmasi dan perhitungan *Signal Noise to Ratio* (SNR) – *Larger the Better* pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Eksperimen Konfirmasi dan *Signal Noise to Ratio* (SNR)

OBSERVASI	I	II	III	IV	rata-rata	1/y ²
1	33.43	32.43	39.13	31.73	34.18	0.00085965
2	39.07	34.02	33.24	31.87	34.55	0.00083773
3	32.97	39.11	31.93	33.09	34.28	0.00081226
4	38.77	32.97	31.25	34.07	34.27	0.00081723
5	34.02	39.47	31.45	33.12	34.52	0.00083943
6	30.67	32.87	33.78	38.16	33.87	0.000871705
7	30.99	39.05	32.96	33.45	34.11	0.000859356
8	34.1	31.27	39.08	33.49	34.49	0.000840891
9	32.26	31.85	39.12	33.97	34.50	0.00084016
10	39.16	31.07	32.63	34.07	34.23	0.000853341
11	32.65	30.92	33.24	39.09	33.98	0.000866375
12	31.3	32.37	39.07	32.98	33.91	0.000869906
13	39.21	34.17	31.26	33.11	34.59	0.000835914
14	31.89	39.12	31.21	32.86	33.80	0.000875479
15	39.26	30.9	32.97	33.76	34.23	0.00085184
16	31.26	39.64	32.49	32.33	34.06	0.000863207
17	33.97	32.33	30.32	39.12	33.91	0.00086965
18	32.95	30.77	33.13	38.79	33.91	0.00086965
19	33.26	30.21	32.85	38.57	33.85	0.000872864
20	33.17	31.88	38.62	30.79	33.60	0.000885639
21	32.68	38.76	30.33	33.23	33.75	0.000877913
22	31.13	33.15	30.77	39.29	33.59	0.000886562
23	32.81	31.67	39.22	32.19	33.97	0.000866453
24	33.17	39.15	30.89	32.78	33.99	0.000865434
25	30.86	33.01	32.43	39.44	33.94	0.000868369
JUMLAH	847.18	821.74	893.67	862.57	852.04	0.000861102
RATA-RATA					34.08	

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *SNR- Larger the Better* rata-rata dari 25 observasi.

$$\eta_1 = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (\text{pers.22})$$

$$\eta_1 = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{25} \times (0,000855 + 0,000837 + \dots + 0,000865 + 0,000868) \right)$$

$$\eta_1 = 30,64944$$

Maka, nilai rata-rata untuk *SNR- Larger the Better* adalah sebesar 30,64944 kg/cm².

3.4.5 Selang Kepercayaan Eksperimen Konfirmasi

Seperti pada kondisi optimal, tujuan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi yaitu untuk membuat suatu perkiraan dari level-level faktor.

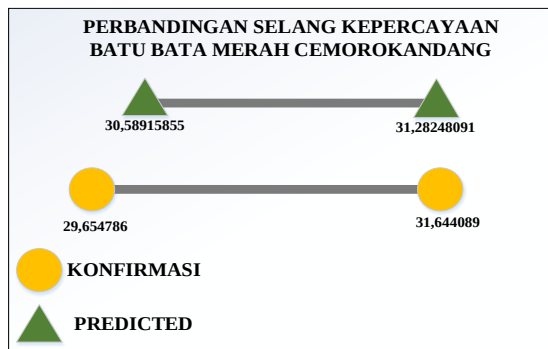
$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,2,29} \times 1.267237 \times \left| \frac{1}{5,142857143} + \frac{1}{25} \right| \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0.994652$$

Maka selang kepercayaan untuk proses optimal :

$$\mu_{konfirmasi} - Cl \leq \mu_{konfirmasi} \leq \mu_{konfirmasi} + Cl$$

$$29,654786 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 31,644089$$



Gambar 7 Perbandingan Selang Kepercayaan Optimal dan Eksperimen Konfirmasi

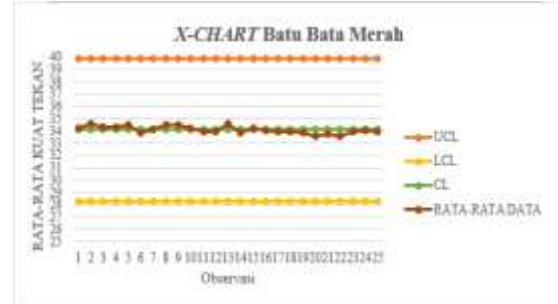
Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dapat diterima dengan perimbangan selang kepercayaan karena pada gambar diatas menjelaskan bahwa hasil dari eksperimen konfirmasi masih berada dalam interval hasil optimal.

3.5 Fase Control

Berikut ini adalah *X chart* dan *R-chart* batu bata merah setelah dilakukannya pengujian *Taguchi* yang disajikan pada Gambar 7. dan Gambar 8.

1. Peta Kontrol X (*X-Chart*) Uji Konfirmasi

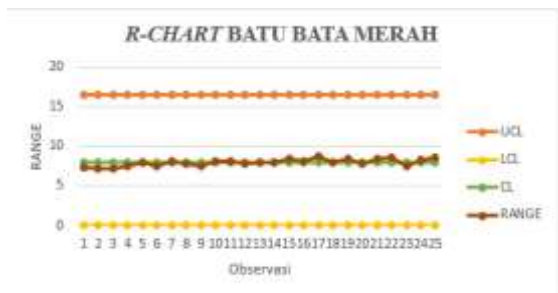
Berikut ini adalah peta kontrol X (*X-chart*) yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. *X-Chart* Batu Bata Merah Uji Konfirmasi

2. Peta Kontrol R (*R-Chart*) Uji Konfirmasi

Berikut ini adalah *R chart* batu bata merah setelah dilakukannya pengujian *Taguchi* akan disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. *R-Chart* Batu Bata Merah Uji Konfirmasi

3.5.1 Baseline Performa Proses Eksperimen Konfirmasi

Pada Tabel 12 menyajikan Tabel Perbandingan Nilai DPMO dan nilai sigma pada kondisi aktual dan Kondisi Optimal.

Tabel 12. Tabel Perbandingan Nilai DPMO dan Nilai Sigma Pada Kondisi Aktual dan Kondisi Optimal

	Sebelum fase Improve	Setelah fase Improve
DPMO	45600	9500
Sigma	3,189	3,8444

Tabel 13 menampilkan tabel perbandingan nilai Kapabilitas Proses (*Cpm* dan *Cpmk*) pada sebelum fase *Improve* dan sesudah Fase *Improve*.

Tabel 13. Tabel Perbandingan Nilai *Cpm* dan *Cpmk* Sebelum dan sesudah Fase *Improve*

	Sebelum fase Improve	Setelah fase Improve
<i>Cpm</i>	0,49	0,71
<i>Cpmk</i>	0,04	0,77

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengolahan data dengan metode *Six Sigma* menggunakan siklus DMAIC dan pendekatan metode *Taguchi* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik kualitas kunci berdasarkan data variabel dari produk batu bata didapatkan hasil pada hari produksi ke-5, 6, 7, 10, 11, dan 14 belum memenuhi batas spesifikasi menurut Standar Industri Indonesia Standar Kuat Tekan Batu Bata SII-0021-78, yaitu minimal 25 kg/cm² dan maksimal 250 kg/cm².
2. Analisa kapabilitas proses dihitung berdasarkan nilai Kapabilitas Proses, nilai *Defect per Million Opportunity* (DPMO), dan nilai level sigma pada hasil pengukuran kuat tekan batu bata merah. Berdasarkan hasil penelitian, nilai CPM bernilai 0,49 dan Cpmk bernilai 0,04, keduanya memiliki nilai kurang dari 1, yang dapat diartikan bahwa proses dan *output* belum dianggap mampu dan kompetitif untuk bersaing secara global. Nilai DPMO dan nilai level sigma pada kondisi aktual sebesar 45600 dengan level sigma 3,189.
3. Berdasarkan analisis *Fish Bone Diagram*, didapatkan hasil bahwa penyebab kuat tekan batu bata merah berada dibawah standar adalah aspek komposisi bahan baku (tanah liat : abu hasil pembakaran : serbuk gergaji), lama penggilingan, lama pengeringan, dan posisi pembakaran.
4. Berdasarkan hasil dari Tabel respon dan ANOVA untuk data variabel didapatkan *setting level* optimal dari faktor – faktor terkendali, faktor yang memiliki tingkat signifikan tinggi terhadap peningkatan kuat tekan batu bata pada eksperimen ini yaitu komposisi bahan baku (75% tanah liat : 20% abu hasil pembakaran tebu : 5% serbuk gergaji), lama pengeringan selama 3 hari, dan posisi pembakaran berada ditengah. Sedangkan faktor yang kurang berpengaruh secara signifikan adalah Faktor B level 2 yaitu lama penggilingan 1,5 jam. Faktor optimal tersebut adalah faktor yang digunakan dalam pengujian konfirmasi, tetapi dikhususkan untuk proses pembakaran, dikarenakan belum adanya alat pembakaran yang terfokus pada bagian tengah tungku saja, maka proses pembakaran tetap dilakukan dengan ketiga posisi awal, yaitu posisi bawah, tengah, dan atas. Akan tetapi untuk pengujian kuat

tekan, *output* batu bata merah yang diuji hanya pada posisi tengah saja.

5. Setelah dilakukan perbaikan dengan eksperimen *Taguchi* terjadi peningkatan kapabilitas proses, anatar lain nilai kapabilitas proses, nilai DPMO, dan level sigma yaitu nilai Cpm bernilai 0,71 yang pada awalnya bernilai 0,49 dan nilai Cpmk bernilai 0,79 yang pada awalnya bernilai 0,04, walaupun nilai proses dan *output* masih belum dianggap mampu dan kompetitif untuk bersaing secara global, tetapi sudah ada peningkatan kapabilitas proses dan *output* yang dilakukan. Sedangkan untuk nilai DPMO sebesar 9500 dengan nilai sigma 3,8444, nilai DPMO mengalami penurunan dari kondisi aktual dan nilai sigma mengalami peningkatan dari kondisi aktual.

Daftar Pustaka

- Ariani, Dorothea Wahyu. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas*. Yogyakarta : Penerbit Andi Yogyakarta.
- Belavendram, Nicolo. (1995). *Quality by Design Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. London : Prentice Hall International (UK) Limited.
- Gaspersz, Vincent. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA & HACCP*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Handayani, Sri. (2010). “Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaji”. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. Vol 12 No 1. Hlm: 41-50. [http:// download.portalgaruda.org/article.php?article=136745&val=5677](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=136745&val=5677). Diakses pada 27 Agustus 2014.
- Hartono, (2011).”Kajian Pemakaian Bata Semen Dengan Agregat Limbah Gergajian Kayu Sebagai Bahan Dinding Kontruksi Gedung”. *Wahana Teknik Sipil*. Vol 16 No 2. Hlm: 87 -95. [http:// www. polines. ac.id/wahana/upload/jurnal/jurnal_wahana_1352918_067.pdf](http://www.polines.ac.id/wahana/upload/jurnal/jurnal_wahana_1352918_067.pdf). Diakses pada 29 Agustus 2014.
- Montgomery, Douglas. C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control. Sixth Edition*. United States of America : John Wiley & Sons. Inc.