

**USULAN PERBAIKAN PROSES MIXING BAHAN BAKU BAGIAN
BADAN DAN KEPALA PADA PRODUK TRUEPAVE ABU SPESIFIKASI
SNI 03-0691-1996 DI PT XYZ MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA**

**PROPOSED IMPROVEMENT OF RAW MATERIAL MIXING PROCESS
FOR BODY AND HEAD ON TRUEPAVE ASH PRODUCTS
SPECIFICATION SNI 03-0691-1996 AT PT XYZ USING SIX SIGMA
METHOD**

Muhammad Ardin Ghifari¹, Marina Yustiana Lubis², Yunita Nugrahaini Safrudin³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹ardinghifari@student.telkomuniversity.ac.id, ²marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id,
³yunitanugrahainis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi *paving block*. Salah satu produk yang selalu diproduksi sepanjang periode Januari 2020 sampai dengan Desember 2020 adalah produk *truepave* abu spesifikasi SNI SNI 03-0691-1996. Data realisasi produksi menunjukkan pada periode tersebut, perusahaan berhasil memproduksi sebanyak 1.714.854 buah, namun hampir disetiap bulannya persentase produk cacat melebihi batas toleransi jumlah produk cacat yang ditetapkan. Jenis cacat yang terjadi yaitu pecah, pori – pori lebar, berlubang, dan *miss sizing*. Keempat jenis cacat tersebut dapat terjadi karena proses produksi belum dapat memenuhi CTQ proses dan CTQ produk yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk meminimalisir produk cacat dengan melakukan perbaikan proses produksi menggunakan metodologi *six sigma* dan pendekatan DMAIC. Pada tahap *define*, terdapat dua tahapan proses produksi yang akan menjadi fokus penelitian, yaitu tahapan proses memasukan bahan baku ke dalam mesin *mixer* dan pengadukan bahan baku menggunakan mesin *mixer*. Selanjutnya dilakukan tahapan *measure*, dengan cara melakukan perhitungan stabilitas dan kapabilitas proses. Tahap selanjutnya yaitu *analyze*, pada tahap ini dilakukan analisis akar penyebab masalah menggunakan *fishbone diagram* dan *5 whys* dan prioritas perbaikan yang ditentukan melalui FMEA. Setelah menentukan prioritas masalah yang akan diperbaiki, dilakukan usulan perbaikan berupa perancangan sistem terintegrasi menggunakan prinsip *poka-yoke* dan *Jidoka*.

Kata kunci: *Truepave* Abu, CTQ, *Six sigma*, DMAIC, *Poka-yoke*, *Jidoka*

Abstract

PT XYZ is a private company engaged in paving blocks. One of the products that are always produced throughout January 2020 to December 2020 period is Truepave Ash with SNI 03-0691-1996 specifications. Production realization show, the company producing 1.714.854 pcs, but almost every month on that period the percentage of defect product exceeds the tolerance limit. There are four kind of defect, broken, wide pores, holes, and, miss-sizing. These four kinds of defects can occur because production process hasn't been able to fulfill the CTQ process and CTQ products. This final project aims to minimize product defects by improving the production process using the six sigma methodology and the DMAIC approach. In the define stage, there are two stages of the production process that will be the focus of research, process of entering raw materials into the mixer machine and mixing the raw materials using a mixer machine. Next, is the measure stage, calculating the stability and capability of process. The third stage is analyze, at this stage focused on analyzed root causes using fishbone diagram and 5 whys and FMEA. Proposed improvement is made form of integrated system design using the principles of poka-yoke and Jidoka.

Keywords: *Truepave* ash, CTQ, *Six sigma*, DMAIC, *Poka-yoke*, *Jidoka*

1. Pendahuluan

Dalam memilih produk, konsumen pasti menginginkan produk yang berkualitas. Kualitas adalah kesesuaian produk atau layanan terhadap spesifikasi dan persyaratan yang sudah ditetapkan. PT XYZ merupakan perusahaan *manufaktur* khususnya percetakan produk paving block. Salah satu produk yang di hasilkan P adalah produk *truepave* abu spesifikasi SNI-03-0691-1996. Perusahaan menetapkan *Critical to Quality* sebagai persyaratan yang harus dipenuhi agar produk dapat dikatakan berkualitas, disajikan pada Tabel 1, sebagai berikut:

Tabel 1. *Critical To Quality* Produk *Truepave* Abu

Nomor CTQ	Need	Critical To Quality	Cara Pengujian
1	Kesesuaian Fisik Produk	Paving memiliki kuat tekan 40 Mpa	Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin penekan selama 1 - 2 menit
2	Kesesuaian Fisik Produk	Paving memiliki ketahanan aus 0,090 mm/menit	Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin aus
3	Kesesuaian Fisik Produk	Paving melakukan penyerapan air dengan rata-rata 3%	Pengujian dilakukan dengan cara direndam dalam air selama 24 jam
4	Kesesuaian Fisik Produk	Paving memiliki ketahanan terhadap natrium sulfat	Pengujian dilakukan dengan cara direndam dalam natrium sulfat dengan berat jenis 1,151 - 1,174
5	Kesesuaian Visual Produk	Tebal paving minimal 600 mm dengan toleransi +8%	Pengujian dilakukan menggunakan kaliper dengan ketelitian 0,1 mm
6	Kesesuaian Visual Produk	Paving memiliki permukaan yang rata	Pengujian dilakukan secara visual
7	Kesesuaian Fisik Produk	Kehilangan berat maksimum 1%	Pengujian dilakukan dengan cara ditimbang

sumber: (SNI 03-0691-1996)

Pemenuhan CTQ produk dapat dilihat pada data realisasi produksi, sebagai berikut:

Tabel 2 Data Realisasi Produksi

Bulan	Jumlah Produksi (Pcs)	Jumlah Produk Cacat (Pcs)	Jumlah Produk Baik (Pcs)	Persentase Produk Cacat	Persentase Toleransi Produk Cacat
a	b	c	d=b-c	e=c/b	f
Jan	116.320	4.957	111363	4%	3%
Feb	184.024	4.495	179529	2%	3%
Mar	197.976	4.653	193323	2%	3%
Apr	125.880	4.574	121306	4%	3%
Mei	66.420	3.514	62906	5%	3%
Jun	48.564	2.493	46071	5%	3%
Jul	164.346	5.105	159241	3%	3%
Agt	201.648	5.359	196289	3%	3%
Sep	230.004	5.830	224174	3%	3%
Okt	94.608	3.021	91587	3%	3%
Nov	152.664	4.801	147863	3%	3%
Des	132.400	3.211	129189	2%	3%
Jumlah	1714854	52013	1662841		
Rata- Rata	142904,50	4334,42	138570,08		

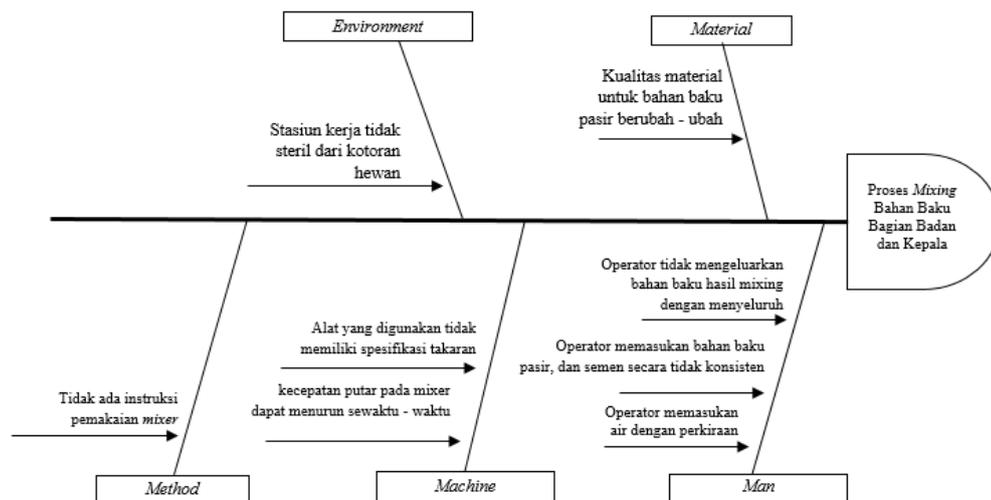
Pada tabel 2 menunjukkan persentase jumlah produk cacat melebihi batas toleransi jumlah produk cacat yang ditetapkan oleh perusahaan hampir terjadi setiap bulan. Produk cacat yang dihasilkan terbagi ke dalam empat jenis produk cacat, yaitu cacat jenis pecah, pori – pori lebar, *miss-sizing*, dan berlubang.

Terjadinya produk cacat diduga karena terdapat proses produksi yang bermasalah. Maka dari itu, perlu diteliti lebih lanjut mengenai alur proses produksi. Berikut merupakan tabel 4, mengenai alur proses produksi *truepave* abu beserta CTQ proses yang harus dipenuhi disetiap tahapannya.

Tabel 3 Distribusi CTQ produk pada CTQ proses

Proses	CTQ Proses	CTQ Produk	Jenis Cacat
Mixing bahan baku bagian badan	<ul style="list-style-type: none"> > Pasir 315 kg > Semen 87,5 kg > Pengeras Beton 250 ml > Air secukupnya > Kecepatan aduk 42 rpm > Waktu aduk 15 menit 	<ul style="list-style-type: none"> > Paving memiliki kuat tekan 40 Mpa (1) > Paving memiliki ketahanan aus 0,090 mm/menit (2) > Paving melakukan penyerapan air dengan rata-rata 3% (3) 	<ul style="list-style-type: none"> > Pecah > Pori - Pori Lebar
Mixing bahan baku bagian kepala	<ul style="list-style-type: none"> > Pasir 77 kg > Semen 40 kg > Air secukupnya > Kecepatan aduk 30 rpm > Waktu aduk 10 menit 	<ul style="list-style-type: none"> > Paving memiliki kuat tekan 40 Mpa (1) > Paving memiliki ketahanan aus 0,090 mm/menit (2) > Paving memiliki ketahanan terhadap natrium sulfat (4) 	<ul style="list-style-type: none"> > Pecah > Pori - Pori Lebar
Pencetakan	<ul style="list-style-type: none"> > Bahan baku badan mengisi 2/3 bagian cetakan > Bahan baku kepala mengisi 1/3 bagian cetakan > Digerat dengan kekuatan 24 hp > Ditekan dengan kekuatan 25 - 30 ton 	<ul style="list-style-type: none"> > Paving memiliki kuat tekan 40 Mpa (1) > Paving memiliki ketahanan aus 0,090 mm/menit (2) > Paving melakukan penyerapan air dengan rata-rata 3% (3) > Tebal paving 600 mm dengan toleransi +8% (5) > Paving memiliki permukaan yang rata (6) 	<ul style="list-style-type: none"> > Pori - pori lebar > <i>Miss-sizing</i> > Pecah > Berlubang
Pengeringan	<ul style="list-style-type: none"> > Ditumpuk sebanyak 20 palet > Dijemur selama 5 hari 	<ul style="list-style-type: none"> > Paving memiliki kuat tekan 40 Mpa (1) > Paving memiliki ketahanan aus 0,090 mm/menit (2) > Kehilangan berat maksimum 1% (7) 	<ul style="list-style-type: none"> > Pecah > Berlubang
Penyiraman	<ul style="list-style-type: none"> > Disiram satu kali sehari 	<ul style="list-style-type: none"> > Paving memiliki ketahanan aus 0,090 mm/menit (2) > Paving melakukan penyerapan air dengan rata-rata 3% (3) 	<ul style="list-style-type: none"> > Pecah

Berdasarkan tabel 4 di atas, setiap tahapan memiliki persyaratan yang harus dipenuhi agar dapat memenuhi CTQ produk. Penelitian ini berfokus pada proses *mixing* bahan baku bagian badan dan kepala karena proses tersebut menghasilkan jenis cacat yang selalu terjadi pada proses produksi. Dilakukan identifikasi lanjutan menggunakan *fishbone diagram* agar mengetahui tahapan proses mana pada *mixing* bahan baku yang berpotensi menyebabkan cacat. *Fishbone diagram* tersaji pada gambar 2.



Gambar 1 Fishbone Diagram Proses Mixing Bahan Baku

Berdasarkan analisis *fishbone diagram* di atas, penyebab permasalahan yang terjadi terdapat pada tahapan proses memasukan bahan baku dan pengadukan bahan baku. Maka dari itu penelitian ini berfokus untuk memperbaiki kedua tahapan tersebut. Untuk mengetahui tingkat kinerja proses, dilakukan perhitungan kapabilitas proses. Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui proses produksi berada pada *level sigma* 4.103. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “**USULAN PERBAIKAN PROSES MIXING BAHAN BAKU BAGIAN BADAN DAN KEPALA PADA PRODUK TRUEPAVE ABU SPESIFIKASI SNI 03-0691-1996 DI PT XYZ MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA**”.

2. Landasan Teori

2.1 Kualitas

Kualitas adalah kesesuaian produk atau layanan berdasarkan spesifikasi dan persyaratan yang sudah ditetapkan. Kualitas pun dapat diartikan dengan sesuai untuk digunakan. [6]

2.2 Six sigma

Six sigma adalah pemecahan masalah yang terorganisir dan sistematis untuk melakukan strategi perbaikan sistem, modifikasi baru, serta layanan yang berbasis pada data statistik dan metode ilmiah lainnya untuk melakukan minimasi tingkat kecacatan dan / atau peningkatan variabel kepuasan pelanggan. [1]

2.3 DMAIC

DMAIC adalah prosedur pemecahan masalah terstruktur yang banyak digunakan dalam proses perbaikan mengenai kualitas. DMAIC merupakan singkatan dari lima fase dalam proses melakukan perbaikan kualitas yaitu define, measure, analysis, improve, control. [7]

2.4 Critical To Quality

Critical To Quality merupakan karakteristik yang ditargetkan pada suatu produk ataupun proses produksi berdasarkan *voice of customer* (VOC) dan dapat diukur. *Critical To Quality* berfungsi untuk mempermudah pemahaman mengenai hal apa saja yang menjadi penting untuk keberhasilan proses. [9]

2.5 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses merupakan ukuran kinerja suatu proses yang tertera pada statistik kontrol dan dipengaruhi oleh variabilitas pada sistem. Apabila nilai kapabilitas proses > 1 , dapat disimpulkan bahwa produksi telah memenuhi spesifikasi pelanggan. [6]

2.6 Peta Kendali-p

Peta kendali adalah alat grafis untuk memantau aktivitas proses yang sedang berlangsung. Peta kendali-p digunakan untuk jenis data diskrit, fraksi kecacatan, dan ukuran sampel yang tidak konstan. [6]

2.7 Fishbone Diagram

Diagram sebab-akibat, juga dikenal sebagai diagram tulang ikan adalah sebuah metode grafis yang dapat digunakan untuk menganalisis akar penyebab suatu masalah. Akar penyebab masalah tersebut dikerucutkan ke dalam kategori *Man, Machine, Material, Method, Environment*. [9]

2.8 5 Whys

Merupakan teknik bertanya yang dilakukan secara berulang sebanyak lima kali dan bertahap semakin mendalam untuk mengeksplorasi sumber permasalahan. [4]

2.9 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Pendekatan yang digunakan untuk mengenali seluruh kemungkinan kegagalan dalam suatu rancangan, proses pembuatan ataupun perakitan, baik pada bidang layanan maupun produk. Penilaian FMEA terdiri dari penilaian *severity, occurrence, detection*. [2]

2.10 Poka-yoke

Poka-yoke merupakan teknik yang dapat membantu pekerja dalam melakukan pencegahan kesalahan [5]. Sistem *poka-yoke* memiliki dua fungsi yaitu melakukan inspeksi secara menyeluruh dan melakukan feedback serta tindakan apabila terjadi permasalahan. [8]

2.11 Jidoka

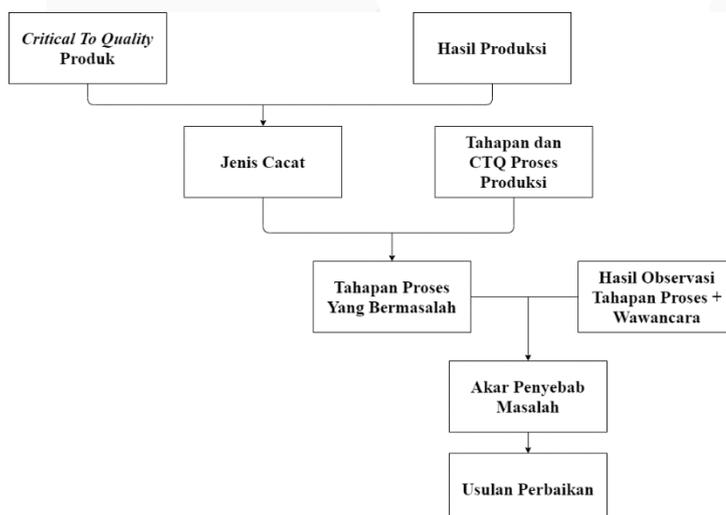
Jidoka dapat diartikan sebagai “mesin cerdas” yang secara khusus merujuk pada kemampuan mesin untuk mendeteksi masalah serta menghentikan operasi tersebut. Jidoka merupakan sebuah upaya untuk melakukan pekerjaan tanpa *pemantauan manusia* secara terus menerus. [5]

2.12 Sensor

Sensor merupakan perangkat yang menghasilkan sinyal untuk tujuan mendeteksi atau mengukur seperti posisi, gaya, torsi, tekanan, suhu, kecepatan, getaran dan sebagainya. [3]

2.13 Model Konseptual

Model konseptual merupakan gambaran mengenai kerangka hubungan antar variabel yang saling berkaitan dalam penyusunan tugas akhir.



Gambar 2 Model Konseptual

2.14 Sistematika Penyelesaian Masalah

1. Tahap Pendahuluan
Dalam tahapan pendahuluan melakukan proses mendefinisikan masalah yang ada, kemudian melakukan pengukuran terhadap data – data yang terkumpul, dan selanjutnya melakukan analisis akar penyebab masalah
2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data
Merupakan tahap mengumpulkan segala kebutuhan data yang relevan dengan fokus pengerjaan tugas akhir, untuk menghasilkan rancangan usulan perbaikan pada proses produksi
3. Tahap Analisis
Merupakan tahapan menganalisis mengenai seberapa baik rancangan perbaikan yang diusulkan pada tugas akhir ini. Tahapan analisis dapat berupa kesimpulan mengenai simulai perhitungan DPMO dan nilai level sigma setelah penerapan rancangan usulan perbaikan proses produksi.
4. Tahap Kesimpulan
Merupakan tahapan terakhir yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir dengan cara penarikan kesimpulan mengenai seluruh rangkaian proses penyusunan tugas akhir yang dilakukan.

3. Pembahasan

3.1 Analisis Masalah

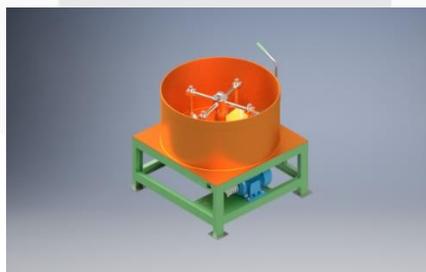
Analisis masalah akan menjabarkan mengenai permasalahan yang terjadi pada tahapan proses memasukan bahan baku dan pengadukan bahan baku produk *truepave* abu. Pada analisis masalah akan menjelaskan mengenai penyebab dan usulan perbaikan yang diberikan, sebagai berikut:

Tabel 4 Analisis Masalah Tahapan Memasukan Bahan Baku dan Pengadukan Bahan Baku

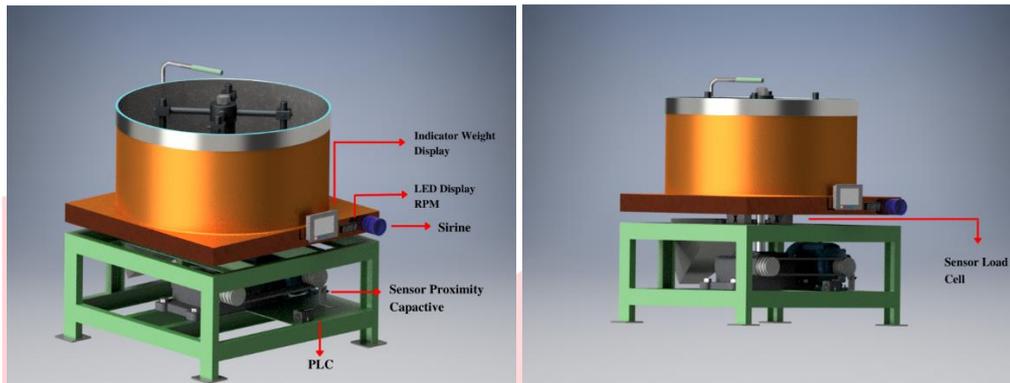
Permasalahan	Faktor	Penyebab Masalah	Usulan Perbaikan
Tahapan proses memasukan bahan baku pasir dan semen ke dalam mesin <i>mixer</i>	<i>Man</i>	Operator memasukan jumlah bahan baku pasir dan semen tidak konsisten	Modifikasi Mesin <i>Mixer</i> Menggunakan Prinsip <i>poka-yoke</i> dan <i>Jidoka</i>
Tahapan proses pengadukan bahan baku dengan mesin <i>mixer</i>	<i>Machine</i>	Kecepatan putar pada <i>mixer</i> tidak konsisten	

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui, faktor dari kedua permasalahan adalah *man* dan *machine* yang disebabkan oleh operator memasukan bahan baku tidak konsisten serta kecepatan putar pada mesin *mixer* tidak konsisten. Kemudian usulan perbaikan yang dilakukan untuk meminimalisir permasalahan pada tahapan proses terpilih adalah melakukan modifikasi mesin *mixer* menggunakan prinsip *poka-yoke* dan *Jidoka*.

3.2 Rancangan Usulan Perbaikan Modifikasi Mesin *Mixer*



Gambar 3 Mesin *Mixer* Eksisting

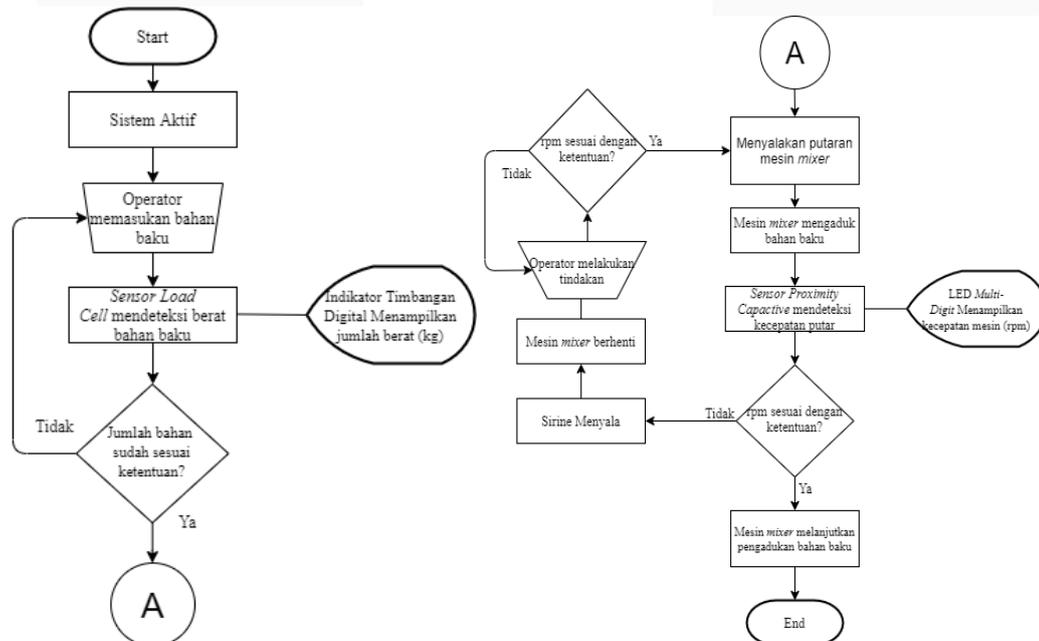


Gambar 4 Mesin Mixer Modifikasi

Gambar di atas merupakan usulan perbaikan modifikasi mesin mixer. Pada mesin mixer yang telah dimodifikasi terdapat penambahan komponen, yaitu:

1. Sensor Proximity Capacitive
Sebagai alat untuk mendeteksi kecepatan putar pada mesin mixer
2. Sensor load cell
Sebagai alat untuk mendeteksi berat bahan baku yang dimasukkan ke dalam mesin mixer
3. Programmable logic controller (PLC)
Alat yang berfungsi sebagai otak untuk menjalankan sistem otomatisasi pada mesin mixer
4. LED Multi-Digit
Sebagai alat untuk menampilkan indikator kecepatan putar mesin mixer
5. Indikator Timbangan Digital
Sebagai alat untuk menampilkan indikator berat bahan baku yang dimasukkan ke dalam mesin mixer
6. Lampu Sirine
Sebagai indikator pertanda kecepatan putar mesin mixer tidak sesuai dengan ketentuan

Cara kerja dari mesin mixer modifikasi dapat dilihat pada flowchart yang tertera pada gambar di bawah ini.



Gambar 6 Flowchart Sistem Operasi Mesin Mixer Modifikasi

Berdasarkan *flowchart* gambar 6, keterangan start diasumsikan ketika arus listrik sudah mengalir pada sistem, maka sistem pun aktif. Setelah sistem aktif, maka semua sensor otomatis aktif dan mulai dapat melakukan proses deteksi. Sensor yang pertama bekerja adalah *sensor load cell*, dikarenakan ketika operator memasukkan bahan baku secara *manual* ke dalam mesin *mixer*, *sensor load cell* langsung mendeteksi dan mengirimkan informasi kepada indikator timbangan digital. Setelah jumlah bahan baku yang dimasukkan sesuai dengan ketetapan, maka mesin *mixer* mulai berputar sebagaimana fungsinya. Perputaran yang dihasilkan oleh mesin *mixer* memicu kerja dari *sensor proximity capacitive* yang mendeteksi sebuah gerakan, kemudian jumlah gerakan yang terdeteksi akan muncul pada layar *LED display multi-digit*. Ketika jumlah perputaran rpm sesuai dengan ketetapan, maka mesin *mixer* terus bekerja hingga operator memberhentikan, namun sebaliknya apabila rpm tidak sesuai dengan ketetapan, maka sistem akan men-*trigger* sirene untuk menyala dan memberhentikan putaran mesin, hingga operator melakukan tindakan perbaikan berupa pembersihan daun aduk *mixer* dan menyalakan sistem putar mesin *mixer* kembali.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan adalah berhasil merancang usulan perbaikan berupa modifikasi mesin *mixer* menggunakan prinsip *poka-yoke* dan *Jidoka* sebagai usulan perbaikan atas permasalahan konsistensi jumlah bahan baku yang dimasukan ke dalam mesin *mixer* dan perbaikan terhadap permasalahan kecepatan putar mesin *mixer* yang tidak konsisten.

REFERENSI

- [1] Allen, T. (2019). *Introduction to Engineering Statistics and Lean Six sigma Statistical Quality Control and Design of Experiment and systems Third Edition*. London: Spinger.
- [2] Franchetti, M. J. (2015). *Lean Six sigma for Engineers and Managers With Applied Case Studies*. Boca Raton: CRC Press.
- [3] Gupta, A., Arora, S., & Westcott, J. R. (2017). *Industrial Automation And Robotics*. New Delhi: Mercury Learning and Information LLC.
- [4] Lanati, A. (2019). *Quality Management in Scientific Research: Challenging Irreproducibility of Scientific Results*. Cham: Springer International Publishing.
- [5] Liker, J., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- [6] Mitra, A. (2016). *Fundamentals Quality Control and Improvement*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Montgomery, D. (2013). *Introduction to Statistical Control Seventh Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- [8] Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System*. New York: Productivity Press.
- [9] Zhan, W., & Ding, X. (2016). *Lean six sigma and statistical tools for engineers and engineering managers*. New York: Momentum Press.