

Analisis Penyebab Kegagalan Produksi Batu Bata Hasil Mesin Extruder dengan Menggunakan Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) (Studi kasus di Perajin Batu Bata Ngunut, Kabupaten Klaten)

Pulung Aji Purwandhito¹, Susatyo Nugroho WP²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Kampus Universitas Diponegoro Jalan Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang
Email : pulungaji@gmail.com

ABSTRACT

Most of the bricks produced conventionally (handmade), the artisans will not be able to meet demand for bricks that so much, while existing tools have not been able to meet the desired brick by brick producers. In order to meet the market demand, brick producers using extruder machine, but the results are worse, because the number of broken bricks increased from 5% to 40% when baked bricks.

This study aims to determine the root cause of the failed product using an extruder machine, and give recommendation root causes of failed products using an extruder machine.

The results of the study by the method of Fault Tree Analysis shows that the root cause of the problem increased the number of broken bricks from 5% to 40% is to reduce operating costs, have not found the exact formulation, to be in ekstrude horizontally, cutting the results of an extruder with a wire cutter, using the output displacement hand, misinformed, inexperienced, low prices, weather, no drying machine, want a quick sale, no humidity control, and traditions / customs. For that some of the recommendations given are: 1. designing new engines that are more suitable to the type of soil mixture with TRIZ methods; 2. Learn how to drying bricks that are effective and efficient.

Keywords : Bricks, Fault Tree Analysis, TRIZ

1. Pendahuluan

Dewasa ini pembangunan perumahan baik yang dibangun secara pribadi maupun yang dibangun oleh developer berkembang dengan pesat. Perkembangan ini disebabkan karena rumah merupakan suatu kebutuhan primer bagi manusia. Seiring dengan laju pembangunan perumahan tersebut, maka kebutuhan akan bahan bangunan yang berkualitas juga semakin meningkat.

Pada tahun 2013, diperkirakan kebutuhan rumah untuk masyarakat Indonesia masih cukup tinggi mencapai 800 ribu unit, meningkat 20% dari tahun 2012, yang hanya berjumlah 640 ribu unit. (*PERUMNAS, 2013*)

Batu bata (bata merah) yang terbuat dari tanah merah (*clay*) masih dipandang sebagai satu alternatif bahan bangunan yang berkualitas, baik untuk pembuatan dinding rumah tinggal maupun

gedung perkantoran Hal ini dikarenakan berat jenisnya yang relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan batako ataupun *hollow brick* yang terbuat dari bahan baku pasir sungai dan semen.

Bahan baku dari batu bata adalah tanah liat atau tanah lempung, tanah hitam dan pasir sungai yang telah dibersihkan dari kerikil dan bebatuan lain. Batu bata mudah didapatkan karena untuk jenis-jenis tanah tersebut cukup mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Terkadang ditemukan batu bata dengan warna dan tingkat kekerasan yang berbeda. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan bahan baku tanah yang digunakan serta perbedaan teknik pembakaran yang diterapkan. Memilih batu bata sebagai bahan pembuat tembok memang cukup beralasan.

Sebagian besar batu bata diproduksi secara konvensional (*handmade*), para perajin tidak akan

mampu memenuhi permintaan batu bata yang begitu banyak, sedangkan alat yang ada belum mampu memenuhi standar batu bata yang diinginkan oleh para perajin batu bata.

Dalam rangka memenuhi permintaan pasar, perajin batu bata menggunakan mesin extruder, tetapi hasilnya lebih buruk, karena jumlah batu bata yang pecah meningkat dari 5% menjadi 40% ketika batu bata di panggang.

Kabupaten Klaten merupakan salah satu daerah di Jawa Tengah yang memiliki potensi wilayah, sumber daya alam, dan sumber daya manusia yang mampu mendukung berkembangnya industri batu bata. Tepatnya di Desa Ngunut, Kecamatan Wedi (± 25 KM dari pusat Kabupaten Klaten) terdapat sentra batu bata.

Pada tahun 2006, seorang perajin batu bata di Desa Ngunut pernah membeli mesin ekstruder dengan harapan mampu memenuhi kebutuhan pasar dan meningkatkan produktifitas dari 2000 unit/6 jam/4 orang menjadi 2000 unit/jam. Namun mesin ini tidak mampu memberikan kualitas yang lebih baik atau minimal sama dengan proses cetak konvensional, seperti batu bata lebih rapuh dan mudah pecah ketika mengalami proses pembakaran.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Fault Tree Analysis

Fault tree analysis adalah suatu analysis pohon kesalahan secara sederhana dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang mnyenangkut berbagai parallel dan kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa tidak diinginkan yang sudah didefinisikan sebelumnya. Dalam membangun model pohon kesalahan (*fault tree*) dilakukan dengan cara wawancara dengan manajemen dan melakukan pengamatan langsung terhadap proses produksi dilapangan. Selanjutnya sumber-sumber kecelakaan kerja tersebut digambarkan dalam bentuk

model pohon kesalahan (*fault tree*). Analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa akar penyebab masalah.

Menurut Pyzdex (2002), FTA memiliki beberapa tahapan :

- Tentukan kejadian paling atas/utama
- Tetapkan batasan FTA
- Periksa system untuk mengerti bagaimana berbagai elemen berhubungan pada satu dengan lainnya dan kejadian paling atas
- Buat pohon kesalahan, mulai dari kejadian paling atas dan bekerja kearah bawah
- Analisis pohon kesalahan untuk mengidentifikasi cara dalam menghilangkan kejadian yang mengarah pada kegagalan
- Persiapkan rencana tindakan untuk mencegah kegagalan.

2.2. Fishbone Diagram

Fishbone diagram (diagram tulang ikan — karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut Cause-and-Effect Diagram atau Ishikawa Diagram diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (7 basic quality tools). Fishbone diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah team cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Tague, 2005, p. 247). Suatu tindakan dan langkah improvement akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Manfaat fishbone diagram ini dapat menolong kita untuk menemukan akar penyebab masalah secara user friendly, tools yang user friendly disukai orang-orang di industri manufaktur di mana proses di sana terkenal

memiliki banyak ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan (Purba, 2008, para. 1–6).

2.3. TRIZ (Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch)

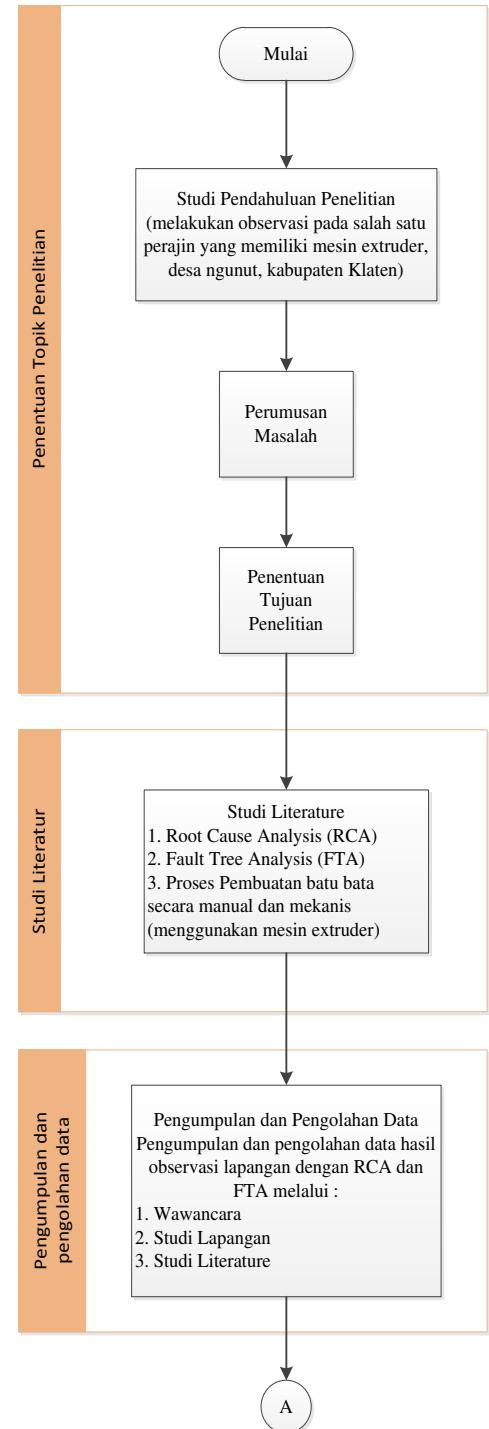
2.3.1 Pengertian TRIZ

TRIZ adalah sebuah metodologi sistematis berdasarkan pengetahuan yang berorientasi pada manusia untuk pemecahan masalah inventif (berdaya cipta). TRIZ merupakan akronim dari bahasa Rusia, Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch. Diterjemahkan dalam bahasa Inggris menjadi “Theory of Inventive Problem Solving”.

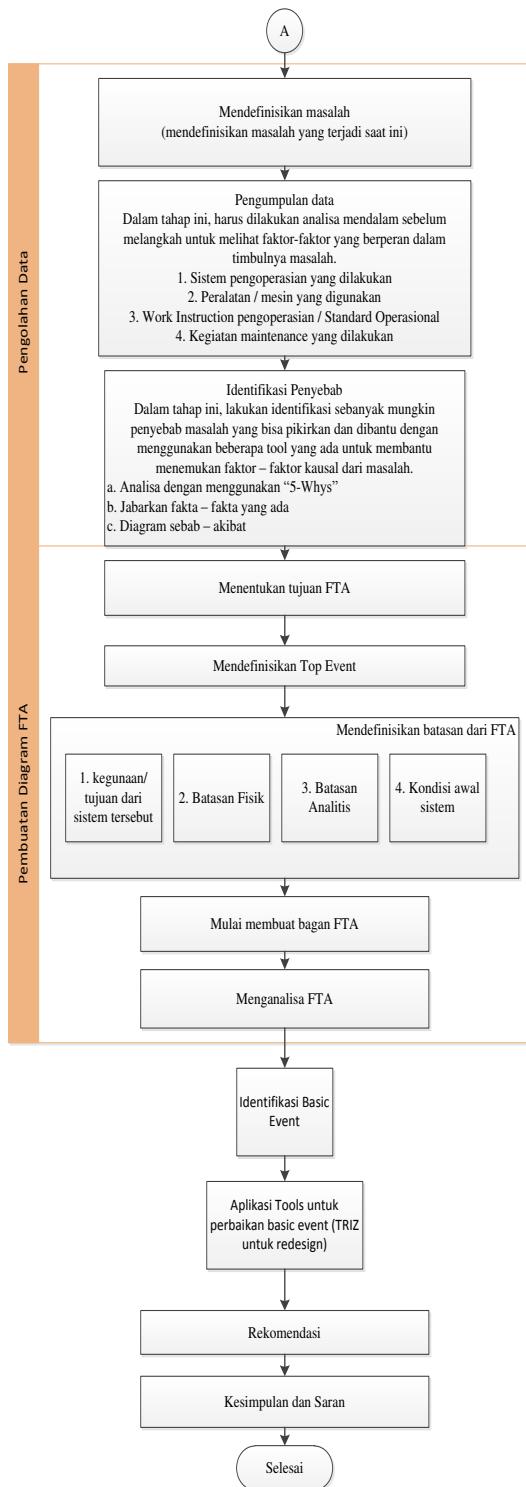
TRIZ adalah hasil dari suatu analisis menyeluruh dari inovasi dunia teknologi yang paling kreatif sebagai uraian dalam literatur hak paten di seluruh dunia. Analisis ini telah dilaksanakan selama periode 50 tahun dengan jumlah total hak paten yang dianalisa sekarang kira-kira 3 juta. (TRIZ and Innovation Management, 2008)

3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan kumpulan metode yang digunakan dalam penilaian Tugas Akhir ini menggambarkan langkah –langkah dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat serta menjawab pertanyaan pada perumusan masalah. Penyusunan langkah langkah ini bertujuan untuk mempermudah dalam penyelesaian penelitian karena alur dari penelitian sudah jelas.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian (Lanjutan)

4. PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Masalah

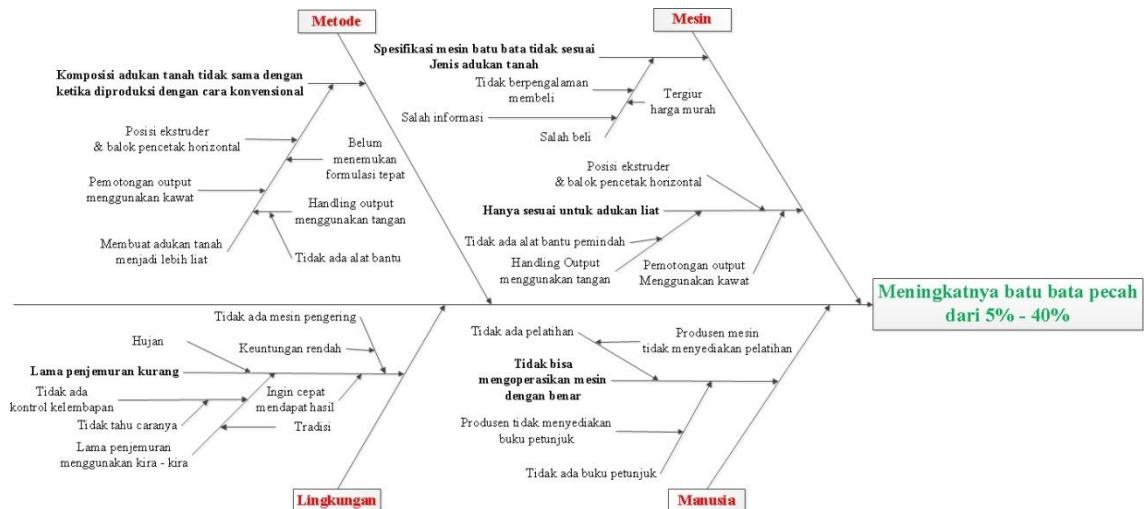
Seluruh penyebab meningkatnya jumlah batu bata yang pecah dari 5% - 40% ketika diproduksi menggunakan mesin ekstruder akan dijabarkan dengan menggunakan tabel 5 whys.

Tabel 4.1 Tool 5-Whys

Permasalahan	1st why	2nd why	3rd why	4th why	5th why
meningkatnya batu bata pecah dari 5% - 40%	komposisi adukan tanah tidak sama dengan ketika diproduksi secara konvensional	→ membuat adukan menjadi lebih liat	→ posisi ekstruder & balok pencetak horizontal → pemotongan menggunakan kawat → <i>handling output</i> menggunakan tangan → belum menemukan formulasi tepat	→ tidak ada alat bantu pemindah	
	spesifikasi mesin batu bata tidak sesuai	salah beli → hanya sesuai untuk adukan liat	→ kurang informasi → tidak berpengalaman → harga murah → posisi ekstruder & balok pencetak horizontal → pemotongan menggunakan kawat → <i>handling output</i> menggunakan tangan	→ tidak ada alat bantu pemindah	
	lama penjemuran kurang	→ tidak ada mesin pengering ingin cepat - cepat dijual → hujan	→ keuntungan rendah		
		→ lama penjemuran menggunakan kira - kira	→ Tradisi → tidak ada kontrol tingkat kelembapan tanah sebelumnya	→ tidak tahu caranya	
	tidak bisa mengoperasikan mesin	→ tidak ada pelatihan → tidak ada buku petunjuk	→ produsen mesin tidak menyediakan pelatihan → produsen mesin tidak menyediakan buku		

Dengan menggunakan diagram fishbone dapat diketahui seluruh aspek yang mungkin menjadi penyebab batu bata pecah saat di produksi menggunakan mesin

ekstruder. Pada gambar 4.1 dibawah ini merupakan diagram fishbone untuk mencari penyebab batu bata pecah saat di produksi menggunakan mesin ekstruder



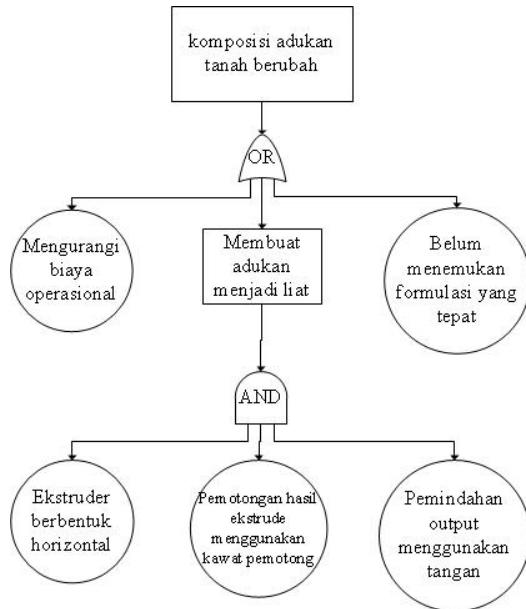
Gambar 4.1 *Fishbone* Meningkatnya Jumlah Batu Bata Pecah dari 5% - 40%

Dari hasil diagram fishbone tersebut dapat diketahui bahwa yang mempengaruhi batu bata pecah yaitu pada aspek manusia, mesin, metode, dan lingkungan. Dengan mengetahui tiap aspek yang mempengaruhi maka bisa diketahui hal – hal yang mempengaruhi aspek tersebut. Kemudian dari aspek yang sudah diketahui maka akan lebih diidentifikasi lagi untuk lebih diketahui akar dari permasalahan yang terjadi. Dengan menggunakan tool FTA, maka aspek tersebut bisa lebih diidentifikasi sampai kepada akar permasalahan yang terjadi. Dari hasil penjelasan diagram fishbone , maka dapat diketahui kondisi awal pada sistem dilihat dari tulang ikan, yaitu belum menemukan formulasi yang tepat. Sehingga Top Event FTA yang pertama, yaitu Komposisi Adukan Tanah berubah. Komposisi Adukan Tanah Berubah karena beberapa hal. Yang pertama yaitu, mengurangi biaya operasional. Selain itu penyebab adalah membuat adukan menjadi lebih liat dan belum menemukan formulasi yang tepat.

Tabel 4.2 Penentuan Top Event Komposisi Adukan Tanah Berubah

Top Event FTA	Basic Event Fishbone
komposisi adukan tanah berubah	belum menemukan formulasi tepat

Hasil akhir dari *Fault Tree* Komposisi Adukan Tanah Berubah adalah sebagai berikut :



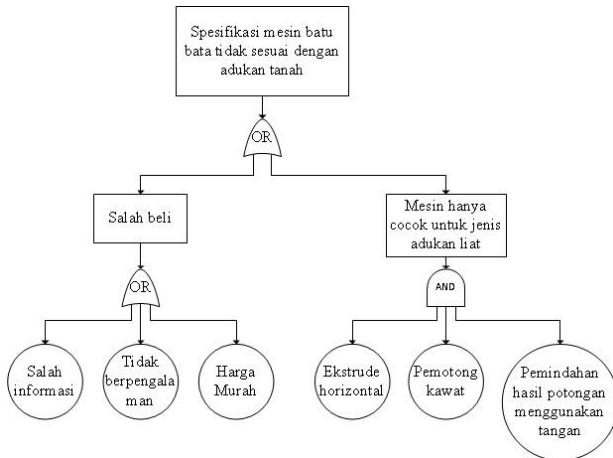
Gambar 4.2 Diagram Hasil Akhir *Fault Tree* Hasil Komposisi Adukan Tanah Berubah

Dari hasil penjelasan diagram fishbone, maka dapat diketahui kondisi awal pada sistem dilihat dari tulang ikan, yaitu posisi ekstruder dan balok pencetak horizontal, pemotongan menggunakan kawat, tidak ada alat bantu pemindah, kurang informasi, dan harga murah. Sehingga Top Event FTA yang kedua, yaitu Mesin Ekstruder Tidak Sesuai dengan Adukan Tanah karena beberapa hal. Yang pertama yaitu, salah beli. Selain itu penyebab adalah mesin hanya cocok untuk adukan liat.

Tabel 4.3 Penentuan Top Event FTA Mesin

Top Event FTA	Basic Event Fishbone
Spesifikasi Mesin Batu Bata tidak Sesuai dengan Adukan tanah	posisi ekstruder & balok pencetak horizontal
	pemotongan menggunakan kawat
	tidak ada alat bantu pemindah
	kurang informasi
	harga murah

Hasil akhir dari *Fault Tree* komposisi adukan tanah berubah adalah sebagai berikut :



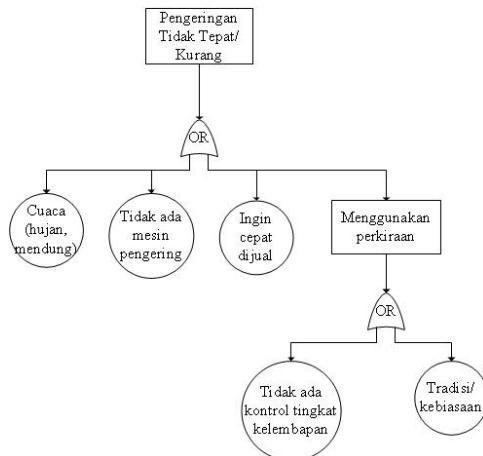
Gambar 4.3 Diagram Hasil Akhir Fault Tree Spesifikasi Mesin Batu Bata tidak Sesuai dengan Adukan Tanah

Dari hasil penjelasan diagram fishbone, maka dapat diketahui kondisi awal pada sistem dilihat dari tulang ikan, yaitu Tradisi, tidak ada kontrol tingkat kelembapan tanah sebelumnya, keuntungan rendah, ingin cepat mendapat hasil, dan hujan. Sehingga Top Event FTA yang ketiga, yaitu Pengeringan Tidak Tepat/Penjemuran Kurang karena beberapa hal. Yang pertama yaitu, salah beli. Selain itu penyebab adalah Cuaca (Hujan/Mendung), Tidak ada mesin pengering, ingin cepat dijual, dan menggunakan perkiraan.

Tabel 4.4 Penentuan Top Event FTA Pengeringan Tidak Tepat/Penjemuran Kurang

Top Event FTA	Basic Event Fishbone
pengeringan tidak tepat/penjemuran kurang	tradisi
	tidak ada kontrol tingkat kelembapan tanah sebelumnya
	keuntungan rendah
	ingin cepat - cepat dijual
	hujan

Hasil akhir dari Fault tree lama penjemuran kurang adalah berubah adalah sebagai berikut :



Gambar 4.4 Hasil Akhir Fault Tree Lama Penjemuran Kurang

1.1. Rekap Data *Basic Event*

Dalam rekap data yang dilakukan, kejadian – kejadian dasar atau *basic event* penyebab kegagalan dalam mencetak batu bata dapat diartikan sebagai *hazard* yang dapat mempengaruhi meningkatnya batu

bata pecah saat diproduksi menggunakan mesin ekstruder

Kemudian diberikan rekomendasi untuk mencegah terulangnya kegagalan. Pada tabel 5.1 dibawah ini merupakan rekap data *basic event* yang terjadi.

Tabel 4.5 Rekap Data *Basic Event*

NO.	Top Event	Penyebab/ <i>Basic event</i>
1.	Komposisi adukan tanah berubah	Mengurangi biaya operasional Belum menemukan formulasi yang tepat Agar bisa di ekstrude horizontal Pemotongan hasil ekstruder menggunakan kawat pemotong Pemindahan output menggunakan tangan
2.	Spesifikasi mesin batu bata tidak sesuai dengan adukan tanah	Salah informasi Tidak berpengalaman Harga murah Ekstrude horizontal Pemotong kawat Pemindahan hasil potongan / <i>output</i> menggunakan tangan
3.	Pengeringan tidak tepat/Lama penjemuran kurang	Cuaca (hujan / mendung) Tidak ada mesin pengering Ingin cepat dijual Tidak ada kontrol tingkat kelembaban tradisi/ kebiasaan

4.2. Rekomendasi

Setelah mengidentifikasi penyebab – penyebab yang terjadi pada setiap *causal factor* tahap selanjutnya adalah membuat rekomendasi dari berbagai akar penyebab yang ada agar bisa diimplementasikan dengan benar dan efektif.

1. Rekomendasi untuk kejadian Komposisi Adukan Tanah Berubah

Penggunaan mesin ekstruder harusnya mampu mengurangi biaya operasional dari sisi jumlah operator dan waktu produksi batu bata, untuk itu hendaknya sebelum membeli ekstruder hendaknya perajin mencari mesin batu bata yang mampu menyesuaikan dengan jenis adukan tanah yang biasa mereka buat sehingga tidak perlu melakukan perubahan pada komposisi adukan tanah yang menyebabkan tingkat retak meningkat dari 5% menjadi 20%.

2. Rekomendasi untuk kejadian Pengeringan tidak Tepat/Penjemuran Kurang

Dalam melakukan pengeringan atau penjemuran batu bata, para perajin masih menggunakan tradisi dan perkiraan, karena tidak ada alat bantu pengukur kelembapan yang mereka miliki dan hanya melihat tampak luar dari batu bata saja. Untuk itu rekomendasi yang penulis berikan adalah adanya pelatihan untuk menggunakan alat pengukur kelembapan, mesin pengering,

dan studi yang mempelajari tentang metode pengeringan batu bata dengan lebih efektif dan efisien.

3. Rekomendasi untuk kejadian Spesifikasi Mesin Batu Bata tidak sesuai dengan adukan tanah

Rekomendasi yang diberikan untuk mesin batu bata adalah, merancang sebuah mesin baru yang sesuai dengan jenis adukan tanah lumpur, sehingga para perajin tidak perlu mengubah komposisi adukan tanah untuk menyesuaikan adukan dengan mesin pencetak batu bata.

4.3. Perancangan Mesin Batu Bata dengan Metode TRIZ

Berikut ini akan dijelaskan perancangan mesin batu bata dengan metode TRIZ. Dari hasil perancangan tersebut akan digunakan untuk memproduksi batu bata yang digunakan oleh para perajin batu bata di Klaten.

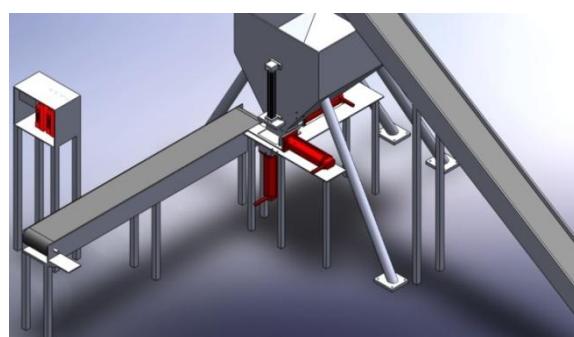
4.3.1 Solusi

Adapun ide yang dapat dibangkitkan untuk sebagai solusi desain mesin batu bata yaitu:

- Prinsip #28 *Mechanical Principle Replacement*

Ide yang dapat dibangkitkan :

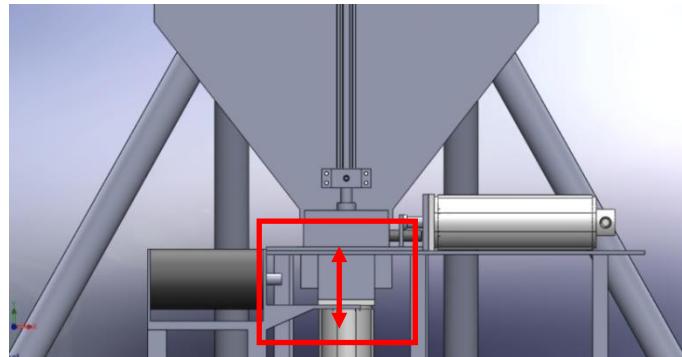
1. Menggunakan *Pneumatic Pressure* sebagai ganti tangan untuk menekan adukan tanah



Gambar 4.5 *Pneumatic Pressure*

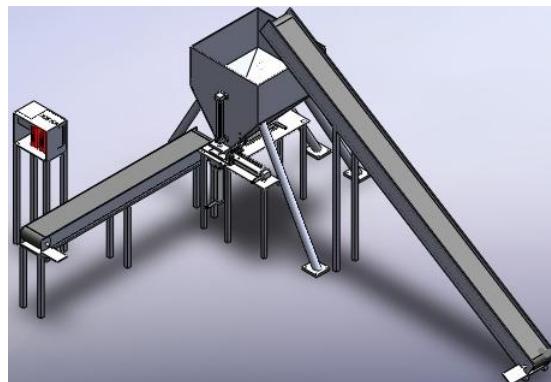
- Prinsip #4 Asymmetry
Ide yang dapat dibangkitkan :

1. Menggunakan *pneumatic* yang menekan dari atas dan mendorong hasil cetakan menuju *conveyor*



Gambar 4.6 *Pneumatic*

- Prinsip #8 Anti - Weight
Ide yang dapat dibangkitkan :
1. Menggunakan bahan aluminium



Gambar 3.7 Mesin Pencetak Batu Bata Berbahan Aluminium

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, beberapa hal yang bisa disimpulkan adalah sebagai berikut :

1. Pada produksi batu bata menggunakan mesin ekstruder melalui beberapa proses, yaitu mencampur adukan tanah kemudian langsung dilanjutkan memasukkan adukan tanah kedalam mesin ekstruder.
2. Ada 4 penyebab meningkatnya jumlah batu bata yang pecah ketika

diproduksi menggunakan mesin ekstruder, yaitu :

- a. Adukan tanah diubah komposisinya karena untuk menekan biaya produksi dan untuk membuat adukan tanah lebih liat sehingga bisa diproduksi menggunakan mesin ekstruder.
- b. Mesin ekstruder hanya mampu memproduksi batu bata dari adukan tanah yang liat

- c. Para perajin tidak bisa mengoperasikan mesin dengan baik
- d. Kondisi cuaca yang mempengaruhi durasi pengeringan

6. Rekomendasi yang diberikan

- a. Para perajin seharusnya lebih teliti dalam membeli mesin ekstruder
- b. Adanya alat pengukur kelembapan, mesin pengering dan studi yang mempelajari cara pengeringan batu bata dengan lebih efektif dan efisien
- c. Memberikan rekomendasi mesin pencetak batu bata yang bisa mengurangi kelalaian yang disebabkan oleh manusia

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute.* USA ; 2002
Dearborn, MI. *Failure Mode and Effect Analysis Handbook 4,1 Version.* Ford Motor Company ; 2004
- Departemen Pekerjaan Umum. *Bata Merah sebagai Bahan Bangunan (NI-10-1978).* Bandung ; 1978
- Departemen Pekerjaan Umum. *Mutu dan Uji Batu Bata Merah Pejal (SII-0021-1978).* Bandung ; 1978
- E. Forsthoffer, William. *Reliability Optimization Through Component Condition and Root Cause Analysis.* Elsevier Sciene & Technology Books ; 2005
- Handayani, Sri. *Jurnal Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji.* Semarang ; 2010
- Hartono. *Laporan Departemen Perindustrian - Bahan Mentah untuk Membuat Keramik.* Bandung ; 1987
- Latino, Robert J. Latino, Kenneth C. *Root Cause Analysis Improvement*

- Performance for Bottom – Line Result, Third Edition.* USA ; 2006
- Mahto, Dalgobind. Kumar, Anjani. *Aplication of Root Cause Analysis in Improvement of Product Quality and Productivity.* National Institue of Technology ; 2008
- Moubray, John. *Reliability Centered Maintenance.* Oxford ; 1997
- Perumnas. *Buletin Perumnas – Rumah Kita.* Jakarta ; 2013
- Rowendal. *Product Application dan Research Center Polimer Extrusion 4th Edition.* Mumbai ; 2006
- Stamatelatos, Michael. *Office of Safety & Mission Assurance Root Cause Analysis.* Washington ; 2002
- Tawancy, Hany M., UI – Hamid, Anwar, dan Abbas, Nureddin M. *Pratical Engineering Failure Analysis.* New York ; 2004
- US, Departement Of Energy. *Root Cause Analysis Guidance Document.* Washington ; 1992
- Wulandari, Trisyah. *Jurnal Analisis Kegagalan Sistem dengan Fault Tree.* Depok ; 2011
(http://perumnas.co.id/webapp/uploads/2013/03/RUMAH_KITA_1301.pdf).
Diakses 17 Februari 2014