

LEAN MINING

Oleh

Hendris Agung Prasajo

A. *Lean Thinking*

Konsep lean thinking sebelumnya sudah dikembangkan oleh Taichi Ohno tahun 1912-1990 melalui Toyota Production System. Profesor Jeffrey Liker dalam bukunya Toyota Way menyebutkan ada DNA yang senantiasa mengejar kesempurnaan, yang tiada henti bergerak mencari perbaikan dan mengoreksi kesalahan. Senantiasa menjadi lebih baik dari yang terbaik. Itulah Toyota production system atau lean manufacturing. Sebuah organisasi perusahaan harus senantiasa menempatkan customer satisfaction dan loyalitas dari pelanggan tersebut menjadi tujuan akhir. Kegiatan apapun yang dilakukan oleh perusahaan akan selalu dipengaruhi oleh kebutuhan pelanggan dan pelanggan ini selalu akan menuntut kualitas yang lebih baik. Pokok dari lean manufacturing adalah lean thinking yang merupakan software yang akan menjadi tuntunan semua karyawan perusahaan untuk melakukan kegiatan atau aktivitas kearah perbaikan yang tentunya sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Pelanggan hanya menerima produk yang sesuai dengan kebutuhannya, setiap aktifitas atau kegiatan untuk melaksanakan perbaikan sesuai dengan spesifikasi produk akan dinamakan value added activities. Mengapa demikian, karena pelanggan hanya akan membayar produk sesuai dengan kebutuhannya sehingga produsen hanya akan mengirim produk sesuai spesifikasi, jadi pelanggan hanya akan membayar kegiatan yang menambah nilai produk.

Sedang kegiatan yang dilakukan oleh karyawan yang tidak menambah nilai produk tidak akan terbayar oleh pelanggan. Inilah non added value activities.

Menurut Womack dan Jones (2003) dalam bukunya Lean Thinking; mengungkapkan bahwa pemikiran lean dimulai dari istilah value yaitu sesuatu kegiatan atau hal yang akan menambah nilai tambah sebagai hal kritikal yang harus dimiliki dan ditentukan oleh pelanggan, tetapi value ini dibuat oleh produsen dan baru mempunyai nilai manfaat

ketika diwujudkan dalam bentuk barang maupun servis sesuai dengan kebutuhan pelanggan dalam bentuk harga dan ketepatan waktu. *Lean thinking* dimulai dari bentuk kesadaran untuk menempatkan nilai tertentu dalam spesifik produk dengan kemampuan khusus melalui dialog dengan pelanggannya. Cara melakukan lean thinking adalah dengan mengesampingkan asset yang ada dan teknologi yang sudah digunakan dan perusahaan berpikir kembali pada basis produk, membutuhkan dedikasi dari tim produksi. Pada prinsipnya menentukan nilai secara akurat adalah sebagai langkah pertama untuk membuat *lean thinking*, memang tidak ada seorang managerpun yang langsung bisa menerapkan perubahan ini, tetapi pemikiran untuk mau berubah menjadi sangat penting.

Value stream merupakan gerakan khusus yang dibutuhkan untuk membawa produk tertentu melalui tiga pekerjaan critical manajemen, yaitu pekerjaan problem solving dari konsep melalui desain dan rekayasa produk hingga diluncurkan, pekerjaan manajemen informasi melalui penjadwalan pengiriman produk, pekerjaan transformasi fisik yaitu memproses dari material mentah sampai dengan produk ditangan konsumen. Dengan *value stream* akan ditemukan tiga hal:

- Banyak langkah pekerjaan yang akan ditemukan ini terkait dengan ketidak pastian sebuah pekerjaan
- Banyak langkah pekerjaan yang akan ditemukan dan tidak menambah nilai produk tetapi tidak bisa dihindari akibat dari factor teknologi dan asset produk.
- Banyak langkah pekerjaan yang dilakukan tetapi tidak menambah nilai produk dan harus segera dihindari atau dihilangkan.

Menurut Dudung Duhara¹ Kunci utama dari implementasi Lean Thinking dalam perusahaan adalah :

1. Membangun kesadaran kolektif dan positif semua karyawan dalam perusahaan, bahwa aktivitas yang tidak bernilai tambah adalah sesuatu yang dapat membuat perusahaan mengalami kerugian.
2. Memimpin dengan contoh. Dimana para pemimpin perusahaan, tidak hanya menuntut, tapi menuntun dengan contoh di lapangan. Selalu turun ke lapangan

¹ <http://www.dudung-duhara.com/seni-belajar-dan-lingkaran-ohno/>

(genba), untuk melakukan eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah. Memimpin dan mengevaluasi aktivitas eliminasi non value added activities.

3. Melakukan refleksi mendalam, untuk mengevaluasi program Lean Thinking, dan senantiasa mencari cara lebih baik, cara yang lebih aplikatif, dalam membudayakan gerakan Lean Thinking di perusahaan. Sehingga continuous improvement dapat dilaksanakan secara terus menerus.

Lean Thinking pada akhirnya merupakan DNA yang harus selalu hidup dan dihidupkan dalam sendi-sendi organisasi, untuk menjadi lebih baik, dari waktu ke waktu²

Prinsip utama untuk lean³:

- Mengidentifikasi pelanggan dan menentukan nilai, ini dilakukan untuk mengetahui bahwa hanya sebagian kecil dari waktu yang digunakan benar benar untuk menambah nilai bagi pelanggan akhir, kegiatan yang non added value atau waste harus dihilangkan.
- Mengidentifikasi dan memetakan *value stream*, seluruh rangkaian kegiatan diseluruh organisasi yang terlibat bersama sama memberikan produk atau jasa. Ini memberikan gambaran dari proses end to end yang memberikan nilai kepada pelanggan sehingga memahami apa yang pelanggan inginkan dan mengidentifikasi akan memberikan kepada pelanggan atau tidak.
- Membuat aliran dengan menghilangkan *waste*, biasanya diawal pemetaan kita akan menemukan hanya 5% yang merupakan added value, namun di bidang jasa akan 45% , menghilangkan waste akan memastikan produk sampai ke pelanggan tanpa ada hambatan.
- Merespon pelanggan dengan sistem *pull*, memahami kebutuhan pelanggan dan mengkreasikan proses untuk memenuhinya.
- *Pursue perfection*, dengan melakukan reorganisasi pada proses aliran dari setiap langkah dengan tujuan untuk meningkatkan nilai tambah sampai produk akhir di pelanggan.

B. Tool Lean Manufacturing

² <http://www.dudung-duhara.com/seni-belajar-dan-lingkaran-ohno/>

³ Retrived February 12, 2015 from <http://www.cardiff.ac.uk/lean/principles/>

Dalam memngimplementasikan konsep lean manufacturing terdapat berbagai alat yang dapat digunakan (tool) seperti yang akan dipaparkan pada bagian berikut ini:

1. Value Stream Mapping

Adalah proses mengidentifikasi dan charting dari aliran informasi, proses, sebuah produk dari bahan mentah sampai produk jadi ditangan konsumen melalui sistem supply chain management.

Value stream mapping merupakan alat dasar perencanaan untuk mengidentifikasi waste, mendesain solusi dan mengenalkan konsep lean⁴.

Fungsi dari value stream mapping⁵:

- Mengidentifikasi peluang untuk mengaplikasikan alat dan strategi yang spesifik.
- Mengimprove pemahaman terhadap sistem yang sangat kompleks.
- Mengsinkronkan dan memprioritaskan kontinuis improvement.
- Visualisasi material dan aliran informasi.
- Fasilitas untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi waste dan sumber waste.
- Mensupport aktivitas yang prioritas dari aktivitas continuous improvement dan leveling value stream mapping.
- Mendukung analisis kendala kendala yang muncul.
- Menyediakan bahasa yang umum untuk proses evaluasi.

2. Zero Quality Control

Merupakan filosofi tingkat kualitas untuk mempertemukan spesifikasi dari pelanggan dengan poin standar dari manufaktur.

Cara pendekatannya:

- Inspeksi sumber pembelian komponen
- Pengecekan dari operator terhadap hasil pekerjaannya seperti inspeksi dari pekerjaan operator sebelumnya.

⁴ Kenneth W. Dailey; Lean Manufacturing Pocket Handbook, DW Publishing Co--

⁵ Mike Rother and John Shook; Learning To See Value Stream Mapping To Create Value and Eliminate Muda ; Lean Enterprise Institute Cambridge, MA, USA 2009

- Poka yoke didesain pada bagian dari manufaktur, pada proses dan juga pada hasil produknya.

3. Poka Yoke

Sebuah desain untuk menjaga kualitas dengan cara mencegah rusaknya produk dan atau proses produksi. Tujuan dari poka yoke adalah mencegah terjadinya kesalahan atau mencari perhatian ketika terjadi kesalahan.

Prinsip anti salah ini akan mencegah terjadinya defect yang artinya menghemat biaya operational perusahaan, membuat kualitas produk selalu pada kondisi terbaik, dan membuat output dari proses menjadi predictable⁶.

Pendekatan poka yoke ada dua yaitu pendekatan warning system (warning poka yoke) dan pendekatan pencegahan (control poka yoke)⁷.

4. 5S Workplace Organization

Dalam meningkatkan mutu, selalu ada banyak cara dan alat yang dapat digunakan. Cara ini tidak hanya digunakan untuk mutu perusahaan manufaktur saja, namun juga mutu untuk lingkungan tempat kerja. Mutu di tempat kerja dapat mengurangi potensi terjadinya kesulitan dalam mencari dokumen penting, staff yang cedera karena tersandung, dan sebagainya. Kondisi tersebut bisa jadi diakibatkan oleh ketidak rapihan dan ketidak terorganisirannya barang-barang di tempat kerja. Salah satu metode untuk mencegah hal-hal tersebut adalah 5S yang dikembangkan oleh Jepang.

5S terdiri dari Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Di Indonesia diterjemahkan kedalam 5R : Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin. Pada dasarnya tidak ada perbedaan antara 5S dan 5R.

Langkah pertama Seiri yang berarti Pengorganisasian. Terorganisir berarti menjaga barang yang diperlukan serta memisahkan barang yang tidak diperlukan dalam pekerjaan. Dahulu supply untuk perusahaan sulit didapat. Kebiasaan melempar barang-barang, baik yang berguna maupun tidak sangatlah tidak dianjurkan. Namun saat ini supply barang kebutuhan perusahaan sangat melimpah. Barang, jasa dan informasi mudah didapat. Saat ini memisahkan barang yang betul-betul diperlukan sangatlah penting karena perkembangan ekonomi yang cukup cepat. Mengetahui benda mana yang tidak digunakan, mana

⁶ <http://www.leanindonesia.com/tag/poka-yoke/>

⁷ ibid

yang akan disimpan, serta bagaimana cara menyimpan supaya dapat mudah diakses terbukti sangat berguna bagi sebuah perusahaan.

Langkah kedua adalah Seiton, yang berarti Kerapian. Kerapian adalah hal mengenai bagaimana cepat kita meletakkan barang dan mendapatkannya kembali pada saat diperlukan dengan mudah. Perusahaan tidak boleh asal-asalan dalam memutuskan dimana benda-benda harus diletakkan untuk mempercepat waktu untuk memperoleh barang tersebut. Data waktu pemerolehan barang perlu dikumpulkan dan dianalisa. Penganalisaan juga perlu melibatkan staff, baik yang sering menggunakan barang tersebut maupun staff yang jarang menggunakannya sehingga rencana yang akan diterapkan dapat bersifat universal.

Langkah ketiga adalah Seiso yang berarti resik. Kebersihan harus dilaksanakan dan dibiasakan oleh setiap orang dari CEO hingga pada tingkat office boy.

Langkah keempat Seiketsu yang berarti standarisasi. Kegiatan sehari-hari yang berkaitan dengan tiga S yang pertama harus distandarisasi. Pada step ini manajemen harus mulai nyata. Manajemen digunakan untuk menjaga kerapian lingkungan kerja dimana staff akan memiliki akses yang lebih cepat dan aman untuk memperoleh barang yang diperlukan untuk menyelesaikan tugasnya. Kode warna sering digunakan dalam langkah ini untuk mengingatkan letak benda. Kekacauan akan muncul dan suasana kerja yang tidak nyaman akan terjadi jika pengaturan tidak ditekankan secara terus menerus. Hal ini dapat mengakibatkan munculnya suasana kerja yang tidak diinginkan.

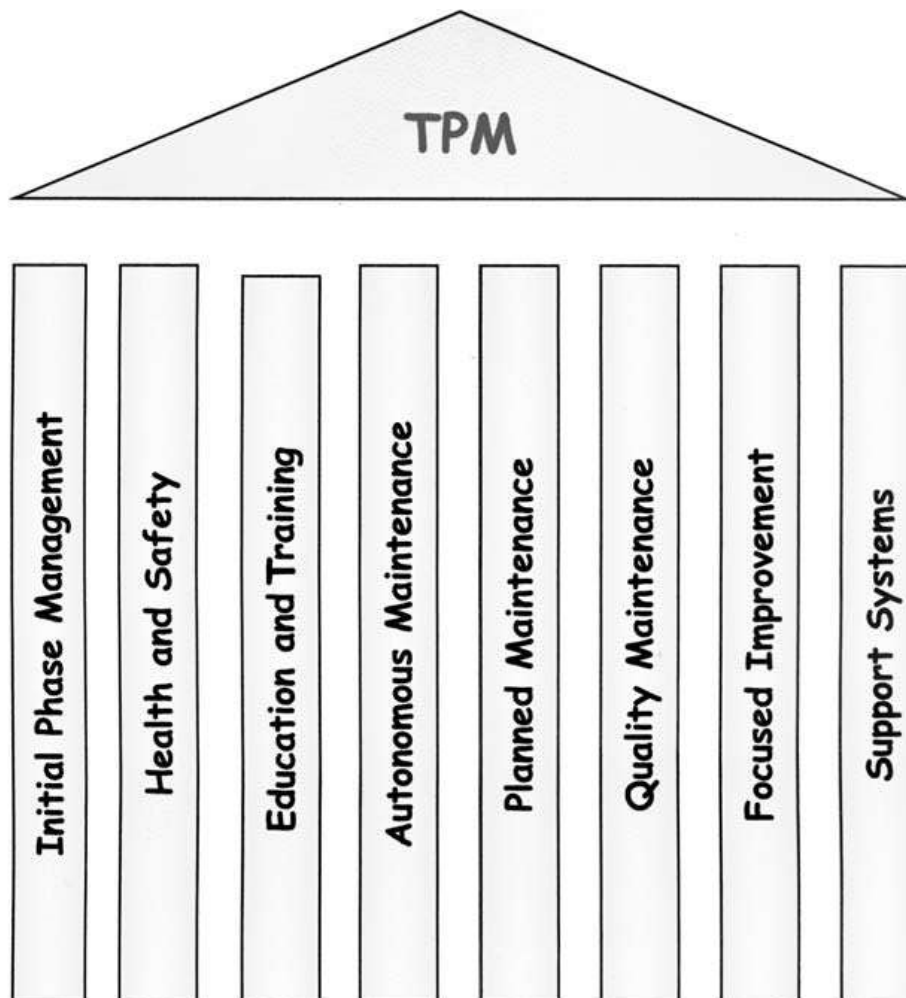
Langkah kelima adalah Shitsuke, yang diartikan sebagai disiplin. Disiplin maksudnya adalah menerapkan kemampuan melakukan sesuatu sesuai dengan cara yang seharusnya. Kebiasaan yang buruk dapat dihilangkan dengan cara mengajari staff mengenai hal yang harus dilakukan dan membiasakan mereka untuk berlatih kebiasaan yang baik.

5. Total Productive Maintenance

Adalah strategi agar pekerja mempunyai rasa memiliki dan dapat melakukan autonomous maintenance. Japan Institute Productive Maintenance mengidentifikasi ada 5 faktor penentu keberhasilan TPM⁸:

- Memaksimalkan efektifitas peralatan
- Mengembangkan sistem pemeliharaan produktif bagi umur peralatan.
- Melibatkan seluruh departemen dalam sebuah perusahaan
- Aktif melibatkan seluruh karyawan dari top management sampai dengan pekerja shopfloor.
- Mempromosikan TPM melalui manajemen motivasi dan membentuk otonom kelompok kecil.

TPM memiliki delapan pilar yang merupakan bagian terpisah.



Gambar 1. Delapan pilar TPM (sumber Total Productive Maintenance; Steven Boris)

⁸ Dennis McCarthy and Dr Nick Rich; Lean TPM A Blueprint for Change, Elsevier 2004

Untuk mendorong laju kemanfaatan dari penerapan TPM harus dijaga mengenai tiga hal yaitu⁹:

- Availability
- Performace
- Quality

6. Visual Management

Membuat informasi proses produksi dan aktivitas harian terlihat berkaitan, terjadwal, dan biasa.

Keuntungan:

- Jelas, status produksi terlihat sederhana.
- Meningkatkan komunikasi antar departemen dan antar shift.
- Respon yang cepat terhadap kondisi abnormal.
- Meningkatkan kesadaran terhadap waste.
- Merubah kultur

Dengan adanya visual management maka apa yang harusnya diukur akan mudah dikerjakan, dan goal yang akan dituju akan mudah dicapai.

7. Setup Reduction

Dikenal dengan SMED (Single Minute Exchange of Dies) merupakan metode untuk mengurangi waktu setup. SMED dikembangkan oleh Shigeo Shingo, seorang insinyur industri Jepang yang sukses dalam membantu perusahaan secara dramatis mengurangi waktu penggantian dies. Karya rintisannya menyebabkan pengurangan yang didokumentasikan dalam waktu changeover rata-rata 94% (misalnya dari 90 menit menjadi kurang dari 5 menit) di berbagai perusahaan¹⁰.

Inti dari sistem SMED adalah untuk mengkonversi sebanyak mungkin langkah langkah penggantian (dilakukan ketika peralatan sedang berjalan), dan untuk menyederhanakan atau merampingkan langkah-langkah yang tersisa.

Sebuah program SMED sukses akan memiliki manfaat sebagai berikut:

- Biaya produksi yang lebih rendah

⁹ Steven Borris; Total Productive Maintenance; Proven Strategies and techniques to keep equipment running at peak efficiency; McGraw Hill 2006.

¹⁰ <http://www.leanproduction.com/smed.html>

- Ukuran lot yang lebih kecil (giliran lebih cepat memungkinkan perubahan produk lebih sering)
- Peningkatan tanggap terhadap permintaan pelanggan (ukuran lot yang lebih kecil memungkinkan penjadwalan yang lebih fleksibel)
- Tingkat persediaan yang lebih rendah (ukuran lot yang lebih kecil menghasilkan tingkat persediaan yang lebih rendah)
- Startups Smoother (proses changeover standar meningkatkan konsistensi dan kualitas)

8. *Batch Size Reduction*

Pendekatan manufaktur terkait pengurangan batch size menekankan pada pengeliminasian penghalang yang ada pada batch size besar, dan dikenal dengan one piece flow.

9. *Cellular Manufacturing*

Adalah pendekatan sistem manufaktur dimana pos pos kerja dibuat satu arah putaran sehingga membuat lot lot kecil dan produksi secara kontinyu¹¹.

Keuntungan penggunaan cellular manufacturing:

- Pemanfaatan sumber daya manusia yang lebih baik.
- Mudah untuk mengotomatiskan
- Mudah mengontrolnya.
- Kerja multifungsi
- Mengurangi waktu transit dan penanganan material.
- Mengurangi waktu setup
- Mengurangi inventori WIP

Kontradiksi penggunaan cellular manufacturing adalah:

- Keseimbangan cell yang kurang baik
- Membutuhkan skill tenaga kerja yang tinggi
- Investasi membesar.

10. *Standardized Work*

¹¹ Ibid⁶

Dokumentasi proses dan standarisasi kerja melalui *value stream* (*Work instruction* dan *standar operating prosedur*). Adapun keuntungan dari standarisasi kerja ini adalah:

- Peningkatan efektifitas cross training
- Meningkatkan keberlanjutan dan meningkatkan improvement.
- Produksi yang konsisten sesuai dengan jadwal.
- Mengurangi hasil yang beragam.

11. Takt Time

Adalah waktu tertinggi dari seluruh stasiun kerja¹². Keuntungan dari takt time adalah:

- Menghilangkan waste over produksi
- Penjadwalan yang akurat
- Sinkronisasi produk dari unit produksi.
- Menyediakan base line pengukuran
- Menyediakan rate produksi yang stabil.
- Memberikan umpan balik yang cepat dari performa
- Mengurangi work in process

$$T = \frac{T}{D}$$

T = Takt time

T= waktu yang tersedia selama satu periode produksi

D= jumlah kebutuhan unit selama satu periode produksi

12. Production Leveling/Smoothing

Strategi untuk mendistribusi ulang volume produksi dan membuat *mix over time* untuk meminimalkan kondisi ekstrim.

13. Point of Use System

Strategi manufaktur untuk menempatkan kebutuhan sumber daya pada suatu unit produksi.

¹² Materi kuliah sistem produksi (Dr.Ing. Agus Sutanto)

14. Kanban

Dalam bahasa Jepang artinya adalah kartu. Sistem penjadwalan tarik yang dikombinasikan dengan instruksi konveyor dengan ditampilkan secara visual sederhana dari kartu, bola, cart, maupun container. Ini dapat diaplikasikan pada aliran material di pabrik, aliran proyek di sebuah kantor dan juga aliran material antara supplier dan pelanggan.

Keuntungan dari sistem kanban adalah:

- Mengurangi inventory
- Memprediksi aliran material
- Menyederhanakan penjadwalan.
- Visual pull sistem pada titik produksi
- Improve produktivitas

15. Kaizen

Dikenal sebagai continuous improvement, yaitu sebuah filosofi perbaikan secara terus menerus yang melibatkan partisipasi pekerja, dimana setiap proses di evaluasi dan ditingkatkan dari waktu ke waktu, baik sumber daya, kualitas dan berbagai aspek yang relevan terhadap proses¹³.

Ada dua jenis kaizen yaitu:

- Flow kaizen – value stream improvement
- Point kaizen – mengeliminasi waste



Gambar 2. Kaizen loop (sumber Kenneth W. Dailey; Lean Manufacturing Pocket Handbook, DW Publishing Co--)

C. Waste di Dalam Sistem Produksi

Sering sekali terdengar kata waste ketika mengimplementasikan lean manufaktur, begitu banyak slogan yang tergantung didinding pabrik untuk mengurangi waste. Tetapi masih saja terlihat banyak waste yang tetap terjadi. Waste selalu ada di setiap pekerjaan dan di setiap level organisasi¹⁴. Ketika material untuk membuat sebuah komponen di stock, dan kemudian order dari pelanggan untuk membuat komponen tersebut di di hentikan karena tidak ada order lagi maka ini juga merupakan salah satu waste. Ada tujuh waste yang sering kita kenal seperti yang akan kita bahas di bawah ini, namun ada juga literature yang mengatakan waste ke delapan yaitu work yaitu aktivitas untuk menghasilkan revenue dikarenakan produk yang berubah bentuk menjadi lebih kompleks¹⁵.

1. Over production

Adalah memproduksi produk lebih dari yang dibutuhkan, lebih cepat dari yang dibutuhkan atau sebelum dibutuhkan. Penyebabnya:

- Automatic di lokasi yang salah
- Komunikasi yang buruk
- Perencanaan yang jelek.

2. Wait time

Dikenal dengan idle time. Penyebab dasar sebagian besar waktu menunggu adalah proses yang tidak seimbang. Ketika salah satu bagian dari proses berjalan lebih cepat daripada langkah sebelumnya, akan ada menunggu dalam proses. Penyebab umum lainnya menunggu adalah ketika bahan tidak tersedia. Hal ini dapat disebabkan oleh proses material handling tidak beroperasi secara efektif atau karena kehabisan stok, seperti ketika pengisian persediaan tidak sinkron dengan produksi.

Penyebab paling umum dari waktu tunggu adalah komunikasi yang buruk dan proses pengambilan keputusan yang buruk. Ketika karyawan tidak memiliki

¹⁴ Kenneth W. Dailey; Lean Manufacturing Pocket Handbook, DW Publishing Co--

¹⁵ Bill Careira; Lean Manufacturing That Works; AMACOM 2005

informasi yang cukup dan tidak diberdayakan untuk membuat keputusan, menunggu waktu memasuki proses. Hal ini menyebabkan waktu menunggu sangat umum dalam fungsi administrasi. Semakin rumit birokrasi organisasi maka, waktu tunggu akan lebih karena memperlambat komunikasi dan pengambilan keputusan.

Karakteristik dari wait time adalah:

- Idlenya operator akibat menunggu peralatan.
- Konsentrasi operator yang kurang terhadap peralatan yang breakdown.
- Bottlenecks pada produksi.
- Produksi menunggu operator.
- Downtime Peralatan yang tidak terencana.

Penyebabnya:

- Metode kerja yang inkonsisten
- Peralatan yang dibutuhkan kurang
- Setup yang panjang.
- Kurangnya tenaga kerja atau efektifitas mesin yang kurang
- Kurangnya perawatan mesin

3. *Transportation*

Transportasi tidak menambah nilai produk¹⁶. Bagi banyak produk, terutama produk yang mudah rusak seperti makanan, waktu transportasi yang lama benar-benar dapat mengurangi nilai produk. Transportasi juga dapat terjadi dalam fasilitas. Ketika bahan dipindahkan di sekitar pabrik, mereka tidak mendapatkan nilai, tetapi sumber daya dikeluarkan untuk memindahkan bahan. Ini merupakan limbah yang mudah untuk diidentifikasi.

Meskipun mungkin mustahil untuk menghilangkan semua biaya transportasi, ini harus menjadi tujuan sebuah perusahaan untuk mengurangi waste di bidang ini.

Mayoritas biaya transportasi yang dihasilkan dengan memindahkan bahan baku ke pabrik dan memindahkan barang jadi ke pelanggan. Penyebab

¹⁶ <http://leangenie.com/7-wastes-transportation/>

transportasi ini adalah produksi suatu produk secara terpusat, dan desain rantai pasokan pendukung produksi. Dalam sebagian besar industri, produksi terpusat skala besar adalah normal. Hasilnya adalah produk yang dapat menghasilkan ratusan atau ribuan mil jauhnya dari tempat yang membutuhkan. Rantai pasokan memiliki pengaruh besar pada transportasi. Sumber bahan baku lokal dapat mengurangi biaya transportasi. Ketika membuat keputusan sumber daya, biaya transportasi biasanya termasuk dalam biaya total bahan yang diakuisisi.

Waste dibidang transportasi ini biasanya didefinisikan dengan pergerakan material yang tidak mendukung terhadap produksi secara langsung¹⁷.

Karakteristik dari waste transportasi adalah sebagai berikut:

- Kompleknya sistem inventori manajemen
- Sulit dan tidak akurasi inventori.
- Lokasi storage material yang cukup banyak.
- Kurangnya storage akibat rasio lantai produksi.

4. Processing

Definisinya adalah redundan effort, baik produksi maupun komunikasi dimana tidak menambah nilai terhadap produk maupun jasa¹⁸.

Kegiatan Pengolahan biasanya dilihat sebagai nilai tambah. Ini adalah proses manufaktur yang menambah nilai produk dan pelanggan. Meskipun demikian, proses ini tidak berharga bagi pelanggan. Perubahan yang dihasilkan untuk produk yang mungkin berharga kepada pelanggan. Ini merupakan perbedaan penting, karena sangat penting untuk menilai setiap kegiatan saat menghilangkan pemborosan. Sangat mudah untuk mengasumsikan proses di tengah-tengah jalur produksi sangat penting, tetapi di bawah pemeriksaan, banyak proses yang ditemukan yang tidak perlu atau terlalu rumit.

Penyebab utama dari beberapa langkah pengolahan adalah kegagalan untuk mengenali pengolahan sebagai sampah. Setiap proses dalam operasi manufaktur sering diasumsikan nilai tambah. Hal ini menyebabkan individu

¹⁷ Kenneth W. Dailey; Lean Manufacturing Pocket Handbook, DW Publishing Co--

¹⁸ ibid

untuk mengabaikan pengolahan sebagai sumber limbah. Asumsinya adalah bahwa proses tidak akan berada di sana jika itu tidak diperlukan. Pada kenyataannya, banyak proses yang tidak perlu. Seperti dengan limbah yang lain, pengolahan menambahkan biaya. Ini dilakukan melalui pengeluaran bahan dan tenaga kerja untuk menyelesaikan langkah-langkah proses tambahan. Setiap langkah pengolahan memperkenalkan kesempatan untuk kesalahan. Jika memiliki ratusan langkah, setiap langkah akan memungkinkan peluang untuk kesalahan. Pengolahan juga memperlambat operasi dan bertambahnya lead time. Setiap langkah membutuhkan waktu, dan yang lebih penting, waktu tunggu antara langkah sangat meningkatkan waktu.

Karakteristiknya adalah¹⁹:

- Proses perbaikan
- Informasi yang berlebihan
- Proses bottleneck
- Review berulang
- Spesifik dari pelanggan yang tidak jelas.

Penyebabnya :

- Pengambilan keputusan dilevel yang tidak tepat
- Kebijakan dan prosedur yang tidak efisien
- Konfigurasi control yang rendah
- Standar kualitas yang rendah.

5. Inventory

Inventori diakui sebagai pemborosan dalam sistem lean²⁰. Hal ini karena inventori tidak menambah nilai apapun kepada pelanggan, tetapi memiliki biaya yang signifikan. Banyak perusahaan menggunakan inventori sebagai penopang untuk meminimalkan dampak inefisiensi dalam proses mereka. Persediaan muncul penting dan berharga, tetapi ketika sistem lean diimplementasikan, inventori menjadi tidak perlu.

Definisi inventori adalah supply berlebih dari proses yang dibutuhkan untuk memproduksi barang atau jasa dalam konsep just in time.

¹⁹ Kenneth W. Dailey; Lean Manufacturing Pocket Handbook, DW Publishing Co--

²⁰ <http://leangenie.com/7-wastes-inventory/>

Penyebabnya adalah²¹:

- Forecasting yang tidak akurat
- Proses yang tidak capable
- Supplier yang tidak capable
- Over time yang berlebih
- Inventori planning yang rendah
- Tracking inventori yang rendah
- Proses produksi yang tidak balance.

6. Motion

Definisi dari motion adalah gerakan orang yang tidak berkontribusi terhadap penambahan nilai terhadap produk ataupun jasa²². Gerak merupakan limbah umum pada industri manufaktur dan jasa. Limbah ini sangat mirip dengan limbah transportasi, tetapi berkaitan dengan gerakan dalam proses. Dalam manufaktur, gerak mudah dilihat. Hal ini terjadi ketika bahan, alat atau orang bergerak. Semakin pendek gerakan, semakin cepat proses akan berjalan dan prosesnya lebih efisien. Gerak biasanya hasil dari desain fisik dari suatu sistem. Beberapa arsitek menempatkan unsur-unsur penting berjauhan, membutuhkan mesin atau orang untuk beralih di antara lokasi. Dalam beberapa kasus, ini adalah hasil dari upaya untuk membuat proses yang aman. Misalnya, operator mungkin diperlukan untuk meninggalkan area sebelum cycling mesin sehingga mesin tidak berdampak operator. Dalam kasus lain, desainer tidak cukup hanya mempertimbangkan gerak ketika mengatur proses.

Penyebab²³:

- Peralatan yang tidak efektif
- Lemahnya control visual
- Proses dokumentasi yang lemah
- Organisasi area kerja yang lemah.

7. Defect

²¹ Ibid²¹

²² Ibid²¹

²³ Ibid²¹

Kualitas buruk dan cacat yang dihasilkan merupakan sumber utama dari biaya bagi banyak perusahaan. Ini juga merupakan biaya yang sering dilaporkan sebagai ada efek langsung dan tidak langsung dari cacat. Cacat adalah setiap kesalahan dalam proses yang membuat produk atau jasa kurang berharga kepada pelanggan, atau yang membutuhkan proses tambahan untuk memperbaiki cacat yang terjadi.

Repair atau rework dari sebuah produk atau service untuk memenuhi kebutuhan pelanggan seperti sebuah skrap hasil dari material dianggap sebagai sesuatu yang tidak dapat diperbaiki atau dikerjakan ulang.

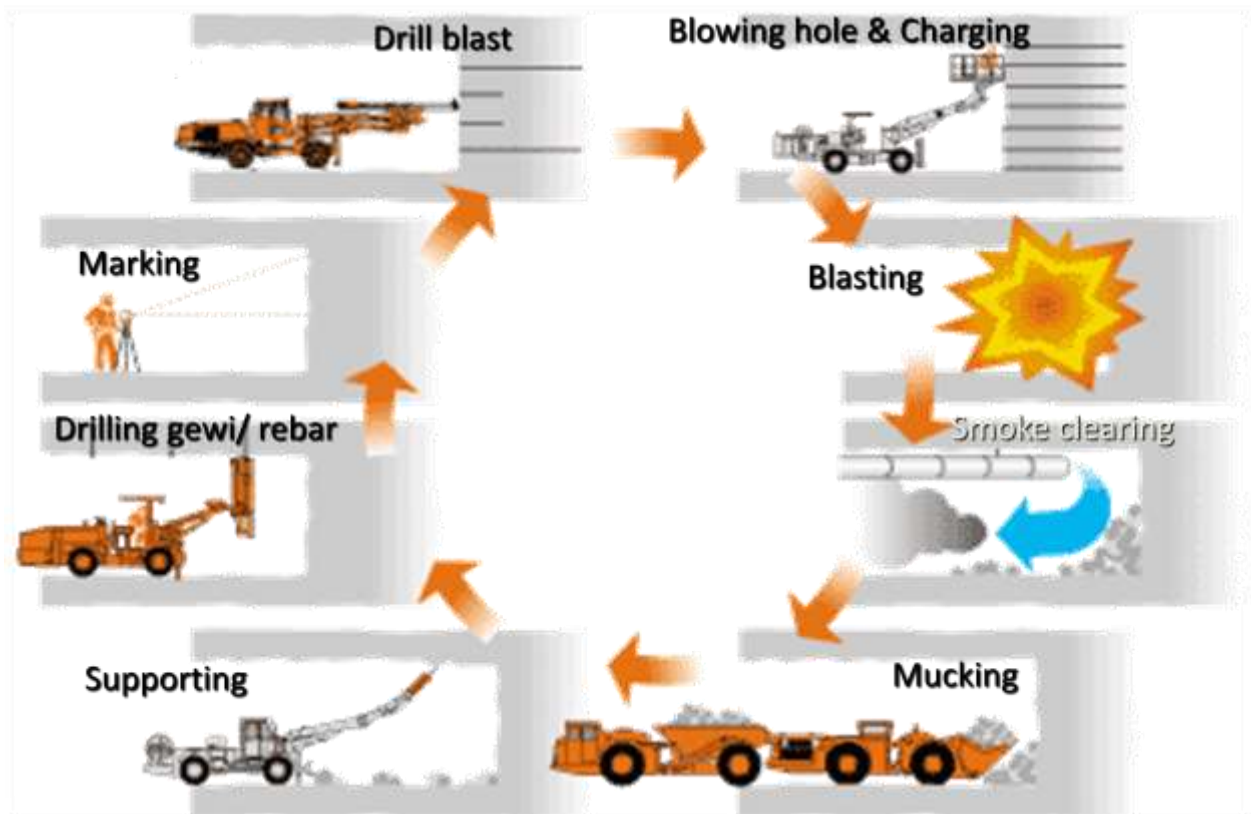
Penyebabnya adalah:

- Variasi yang berlebihan
- Level inventori yang cukup tinggi
- Peralatan yang tidak mencukupi
- Proses yang tidak sesuai
- Pelatihan yang kurang
- Tata letak yang buruk/ penanganan yang tidak perlu.

D. Lean Pada Tambang Batubara Bawah Tanah

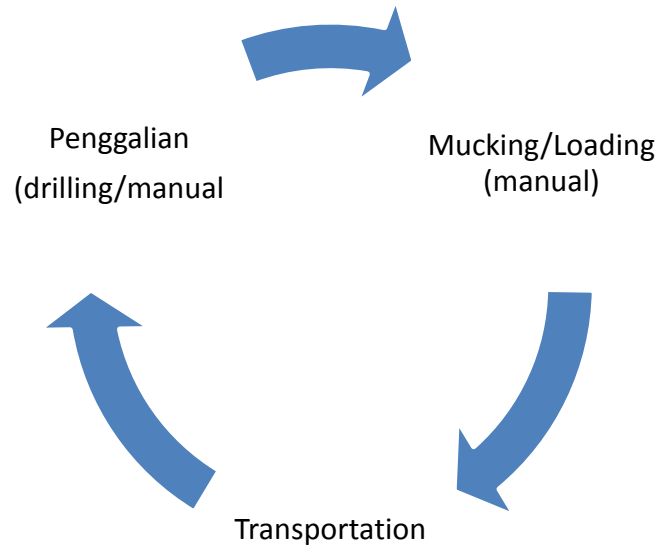
Tambang batu bara bawah tanah merupakan salah satu pemasok energy di Indonesia, dan merupakan salah satu tambang yang lebih ramah terhadap lingkungan dibanding dengan tambang terbuka, hal ini karena tambang bawah tanah relative tidak merusak bentang alam. Siklus penambangan pada dasarnya antara tambang bawah tanah batubara dengan tambang bawah tanah mineral relative sama, tingkat safety yang membuatnya berbeda meski sama sama menggunakan standar safety yang tinggi. Tambang batubara bawah tanah menggunakan standar yang lebih tinggi karena munculnya bahaya ledakan tambang akibat adanya gas CH₄ atau gas metana, dan ada kemungkinan munculnya swabakar dari batubara serta bahaya ledakan debu tambang.

Siklus penambangan batubara bawah tanah adalah sebagai berikut



Gambar 1. Siklus penambangan bawah tanah (sumber materi training BDTBT yang diolah)

Namun tidak semua tambang bawah tanah menggunakan siklus yang sama persis dengan siklus penambangan diatas, karena tambang batubara bawah tanah ada yang semi mekanis, mekanis, maupun traditional, di wilayah ijin usaha pertambangan sawahlunto saat ini mayoritas menggunakan system penambangan traditional. Siklus ini lebih sederhana yaitu



Gambar3 Siklus Penambangan Traditional Batubara Sawahlunto (sumber materi training permesinan tambang bawah tanah)

Dalam siklus sederhana ini masih memungkinkan terjadinya kegiatan non added value. Secara rinci siklus itu dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Penggalian:
 - a. Pengetesan gas
 - b. Pemboran Peledakan
 - c. Peledakan
 - d. Smoke Clearing
 - e. Scaling
 - f. Penyanggaan
2. Pemuatan:
 - a. Secara manual
 - b. Mekanis (side dump loader,
3. Pengangkutan:
 - a. Secara manual
 - b. Secara mekanis (chain conveyor, belt conveyor)

Kegiatan kegiatan tersebut menyimpan masalah yang dapat diklasifikasikan menjadi tiga masalah sesuai dengan prinsip *lean thinking* yang dikembangkan oleh Womack 2003, yaitu:

1. Kegiatan yang dapat diselesaikan oleh satu unit departemen.

2. Kegiatan yang membutuhkan bantuan departemen lainnya
3. Kegiatan yang membutuhkan bantuan atau kerja seluruh departemen di perusahaan.

Berdasarkan kunjungan penulis ke seluruh tambang batubara bawah tanah yang ada di Indonesia belum ada satupun perusahaan tambang batubara bawah tanah yang menerapkan lean manufacturing untuk meningkatkan produktivitas diperusahaannya. Karena itu penelitian dilakukan secara regional di wilayah sawahlunto dimana diharapkan aplikasi lean thinking dapat di gunakan diseluruh penambangan batubara bawah tanah di seluruh wilayah Indonesia.

Lean menjadi sulit diterapkan di tambang bawah tanah karena adanya perbedaan yang sangat mencolok antara industry manufaktur dengan industry penambangan khususnya batubara bawah tanah. Berikut adalah perbedaan yang secara signifikan terlihat:

Industri Manufaktur	Industri Tambang Batubara Bawah Tanah
Secara geografis, letaknya di kota besar atau kawasan industry	Biasanya terletak didaerah terpencil atau remote area
Kondisi lingkungan yang teratur	Kondisi lingkungan sangat menantang akibat kondisi medan yang unpredictable
Bahan baku terkontrol dan tersedia relative mudah	Bahan baku bervariasi tergantung kondisi geologi
Suasana kerja yang lebih teratur	Bervariasinya suasana kerja
Masyarakat sosial sudah terbentuk	Membentuk tatanan koloni sosial baru
Non enclave	Enclave dan ghost town
Investasi dapat menentukan lokasi	Investasi mengikuti bahan galian
Menciptakan produk	Mengambil bahan galian

Kondisi yang banyak berbeda ini menjadi tantangan untuk menjadikan lean thinking di industry pertambangan dapat melakukan improvement secara terus menerus karena memang prinsip dari lean thinking adalah continous improvement. Meski hanya kegiatan kecil tetapi harus dilakukan secara terus menerus agar terjadi perubahan yang lebih baik sehingga perusahaan dapat meningkatkan produktivitasnya.

Cara yang mungkin dilakukan untuk menerapkan lean thinking dalam industri tambang batubara bawah tanah adalah melakukan konsep efektifitas secara menyeluruh terhadap kegiatan proses produksi penambangan. Dengan menerapkan *overall effectiveness production system* akan menghilangkan *waste* dan juga meningkatkan kehandalan penambangan.

Letter of intent dengan pasar (PLTU, perusahaan pengguna lainnya) menjadi jaminan produksi perusahaan tambang untuk memenuhi *supply and demand* dari kebutuhan batubara yang diproduksinya. Berbagai hambatan akan muncul untuk memenuhi permintaan pasar tersebut diantaranya adalah ketidak pastian operasi inilah yang menyebabkan keterlambatan, serta munculnya *waste waste* yang lain yang perlu segera dilakukan tindak lanjutnya.

Konsep berfikir bahwa harga sebuah produk dihasilkan dari biaya produksi ditambah keuntungan sudah tidak relevan lagi, sehingga harus dirubah bahwa harga dikurangi profit menjadi biaya produksi. Karena ($\text{harga} = \text{biaya produksi} + \text{keuntungan}$) cenderung yang memegang kendali adalah produsen, tetapi kenyataan di lapangan pada era global sekarang ini $\text{harga(pasar)} - \text{profit (tetap)} = \text{biaya produksi}$, sehingga produsen hanya bisa bermain di bagian biaya produksi karena harga ditentukan oleh pasar global. Sehingga alat yang bisa digunakan untuk menekan biaya produksi sebuah perusahaan pada umumnya atau industri tambang batubara bawah tanah pada khususnya adalah dengan *lean thinking* dimana kegiatan yang tidak menghasilkan akan dikurangi, energy yang kurang manfaat juga akan berkurang, efek nyata yang akan dihasilkan adalah berkurangnya biaya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. -. ,Green remediation best management practices: Mining Site, EPA 2012
2. Andreas Berg, Fredrik Ohlsson, Master Thesis, Lean Manufacturing At Volvo Truck Production Australia, Development of an implementation strategy, 2005
3. Armando Mahler, Nurhadi Sabirin; Dari Grasberg sampai Amamapare; Proses Penambangan Tembaga dan Emas Mulai Hulu hingga Hilir; Gramedia 2008, 1992
4. Bill Careira; Lean Manufacturing That Works; AMACOM 2005

5. Hiroyuki Hirano; JIT Implementation Manual; the complete guide to Just in Time Manufacturing Second Edition Volume 1, CRC Press 2009.
6. James P. Womack and Daniel T. Jones; Lean Thinking; Banish waste and create wealth in your corporation, free press 2003
7. Jay Heizer, Barry Render, Operation Management 10th Edition, Pearson
8. Kenneth W. Dailey; Lean Manufacturing Pocket Handbook, DW Publishing Co--
9. M. Simatupang, Soetaryo Sigit; Pengantar Pertambangan Indonesia; Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPPI
10. Nur Aedi; bahan belajar mandiri metode penelitian__
11. Paul D Tomlisong; Equipment Management; key to equipment reliability and productivity in mining, Second Edition, SME 2010.
12. Rohan Sakhardande, Master Thesis; Lean Manufacturing in the Oil and Gas Industry
13. Stephen A Ruffa; Going Lean; how the best company apply lean manufacturing principles to shatter uncertainty, drive innovation and maximize profits. AMACOM 2008.
14. Suryantono Dkk, Good Mining Practice; konsep tentang pengelolaan pertambangan yang baik dan benar; Studi Nusa 2003
15. Tim John Horberry, Robin Burgess-Limerick, Lisa J. Steiner; Human Factors For Design, Operation, and Maintenance of Mining Equipment. CRC Press 2011.
16. William M Feld; Lean Manufacturing; Tool, Techniques and how to use them, St Lucie Press, 2001
17. Mike Rother and John Shook; Learning To See Value Stream Mapping To Create Value and Eliminate Muda ; Lean Enterprise Institute Cambridge, MA, USA 2009
18. Dennis McCarthy and Dr Nick Rich; Lean TPM A Blueprint for Change, Elsevier 2004
19. Steven Borris; Total Productive Maintenance; Proven Strategies and techniques to keep equipment running at peak efficiency; McGraw Hill 2006.
20. UU No.4 Tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara
21. <http://www.dudung-duhara.com/seni-belajar-dan-lingkaran-ohno/>
22. www.dmitre.sa.gov.au/manufacturing ; Manufacturing green paper
23. <http://www.nrcan.gc.ca/mining-materials/green-mining/8218>
24. <http://www.greenlivingonline.com/article/green-mining-possible>)
25. <http://www.wikipedi.com>

26. <http://www.leanindonesia.com/tag/poka-yoke/>
27. <http://www.leanproduction.com/smed.html>
28. <http://leangenie.com/7-wastes-transportation/>
29. <http://web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/solutions/greenmining.html>
30. http://en.gtk.fi/export/sites/en/informationsservices/explorationnews/stakeholderseminar/presentations/Nurmi_Green_mining_2013.pdf
31. <http://www.cardiff.ac.uk/lean/principles/>
32. Emerging Green Mining Innovation, Managing risk and profiting from new mining technology breakthroughs 2013
paper:
33. HATTINGH, T.S. and KEYS, O.T. How applicable is industrial engineering in mining? *The 4th International Platinum Conference, Platinum in transition 'Boom or Bust'*, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2010
34. U. Kumar B. Ghodrati; Lean mining solution for sustainable development
35. Manoj Ade et al. / International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST) Lean Manufacturing And Productivity Improvement In Coal Mining
36. Mehdi Rashid and Gholamreza Heravi, A LEAN MANAGEMENT APPROACH FOR POWER PLANT CONSTRUCTION PROJECTS: WASTES IDENTIFICATION AND ASSESSMENT
37. K. Muduli and A. Barve, Role of Green Mining Supply Chain on Sustainable Development.
38. Zaenal Fanani, Moses Laksono Singgih , IMPLEMENTASI LEAN MANUFACTURING UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS (STUDI KASUS PADA PT. EKAMAS FORTUNA MALANG) *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII Program Studi MMT-ITS, Surabaya 5 Pebruari 2011*
39. Philip Atkinson; creating and implementing lean strategies
40. DR. Ir. Ukar W. Soelistijo, M.Sc., APU; Pembudayaan IPTEK Dalam "Green Mining Practice" Dalam Upaya Peningkatan Nilai Tambah Kegiatan Pertambangan di Indonesia
41. ALTAIR FLAMARION KLIPPEL, CARLOS OTÁVIO PETTER, JOSÉ ANTONIO VALLE ANTUNES JR; LEAN MANAGEMENT IMPLEMENTATION IN MINING INDUSTRI

42. Joanna Helman; ANALYSIS OF THE POTENTIALS OF ADAPTING ELEMENTS OF LEAN METHODOLOGY TO THE UNSTABLE CONDITIONS IN THE MINING INDUSTRY, AGH Journal of Mining and Geoengineering. vol. 36 .No. 3. 2012
43. M. A. Sanda, J. Johansson, B. Johansson; Miners' Tacit Knowledge: A Unique Resource for Developing Human-oriented Lean Mining Culture in Deep Mines
44. Rishi Shukla 1,Mohan Trivedi; PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN COAL MINING INDUSTRY BY USING LEAN MANUFACTURING, ²⁴INTERNATIONAL JOURNAL OF EMERGING TRENDS IN ENGINEERING AND DEVELOPMENT Issue 2, Vol.6.(SEPTEMBER-2012)
45. *Maria Rosienkiewicz*; IDEA OF ADAPTATION VALUE STREAM MAPPING METHOD TO THE CONDITIONS OF THE MINING INDUSTRY, AGH Journal of Mining and Geoengineering. vol. 36 . No. 3 . 2012
46. Harry Sandström/Spinverse Oy; Green Mining Program and Measurement Technology Challenges in Mining IndustryYmpäristömittauspäivät 2012 Vuokatti
47. *Michael A. Taubitz*; Lean, Green& Safe *Integrating safety into the lean, green and sustainability movement*
-