

ISSN : 1412-3525

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SURABAYA



**NATIONAL
INDUSTRIAL
ENGINEERING
CONFERENCE**
2 0 1 3



UBAYA
UNIVERSITAS SURABAYA



BSN **mastan**
The way of standard is better

PROCEEDING

**"Industrial Engineering in a Competitive and Borderless World:
Enhancing Innovation & Sustainability Through Standards "**



KATA PENGANTAR

Selamat berjumpa kembali di *The 7th National Industrial Engineering Conference 2013*. Kegiatan ilmiah rutin dua tahunan yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Industri, Universitas Surabaya, tahun ini bertemakan: *Industrial Engineering in a Competitive and Borderless World: Enhancing Innovation & Sustainability through Standards*.

Dalam menghadapi era perdagangan bebas dan globalisasi, inovasi menjadi salah satu kunci keberhasilan organisasi/perusahaan/industri di dalam meningkatkan daya saing, melalui berbagai terobosan inovasi produk, proses maupun strategi. Di samping itu, organisasi/perusahaan/industri perlu mengembangkan suatu upaya dan strategi penerapan Standar dalam meningkatkan inovasi dan keberlanjutan organisasi/perusahaan/industri. Dalam rangka menyebarkan informasi dan hasil-hasil kajian terkait peranan keberadaan Standar terhadap peningkatan inovasi dan keberlanjutan suatu organisasi, maka *The 7th National Industrial Engineering Conference 2013* membahas *Enhancing Innovation & Sustainability through Standards* sebagai tema utama.

Seminar nasional ini menyajikan 62 makalah terpilih yang berasal dari partisipasi para peneliti, akademisi dan praktisi dari institusi pendidikan, industri dan pemerintah. Topik makalah yang dibahas meliputi rumpun ilmu: desain dan ergonomi, sistem manufaktur, rekayasa dan manajemen kualitas, *performance measurement*, *logistics and supply chain management* dan *technopreneurship*.

Kiranya melalui Seminar nasional ini, para peserta memperoleh kesempatan meningkatkan wawasan, membangun kerja sama antar para akademisi, praktisi industri dan pemerintah, serta menginspirasi berkembangnya ide-ide kreatif dan inovatif bagi kemajuan dan kesejahteraan bersama.

Terima kasih atas segala usaha dan partisipasi seluruh pihak yang telah mendukung penyelenggaraan *The 7th National Industrial Engineering Conference 2013*.

Surabaya, 10 Oktober 2013

Editor



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Evaluasi dan Pemetaan Safety Behavior Pekerja di Industri Manufaktur (Studi kasus : Industri Cat di Surabaya)	1
Linda Herawati Gunawan	
Evaluasi Desain Antar Muka (<i>Interface</i>) dengan Menggunakan Pendekatan Kemudahan Penggunaan (Studi Kasus Portal Mahasiswa Universitas X)	8
Dino Caesaron, Andrian dan Cyndy Chandra	
Model Simulasi Alternatif Penambahan Mesin Pengolah Serat Non-Kayu untuk Meningkatkan Produksi Kertas: Studi Kasus	15
Levinia Dian Laraswati, Yuniaristanto dan Wahyudi Sutopo	
Analisis Penguasaan Teknologi Pada Perusahaan Sepatu dengan Pendekatan Metoda Teknometrik	22
Agus Riyanto	
Model Alokasi dan Penugasan Pada Produksi Semen dengan Mempertimbangkan Biaya Distribusi dan Pemenuhan Pasar: Studi Kasus	28
Rina Wiji Astuti, Muh. Hisjam dan Wahyudi Sutopo	
Strategi Pemilihan Material dalam Desain Low Cost Anthropomorphic Prosthetic Hand	35
Fitri Purnamasari, Ilham Priadythama dan Susy Susmartini	
Integrasi <i>Kansei Engineering</i> dan <i>Customer Relationship Management</i> untuk Meningkatkan Kepuasan dan Loyalitas Konsumen Rumah Makan Kelas Menengah Atas di Surabaya	42
Andrew Octavianus Winardi, Markus Hartono dan Rosita Meitha Surjani	
Identifikasi Permasalahan Proses Bisnis Pengolahan Bahan Baku Obat Tradisional Klaster Biofarmaka Karanganyar dengan Metode <i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	48
Fakhrina Fahma, Retno Wulan Damayanti dan Esti Koco Susilowati	
Model Perencanaan Rantai Pasok untuk <i>Consumer Goods</i> di PT. XYZ	55
Cynthia Ayuningtyas, Yuniaristanto dan Wakhid Ahmad Jauhari	



Aplikasi NIOSH <i>Lifting Equation</i> pada Simulasi <i>Manual Lifting Task</i> Air Minum Kemasan Galon	62
Aloysius Sujarwadi	
Kajian Model Kualitas Layanan, Kepuasan Pelanggan, dan Loyalitas Pelanggan dengan Aplikasi <i>Structural Equation Modeling</i> serta Upaya Peningkatan Kualitas Layanan di Fitness Centre	69
Yenny Sari, Rosita Meitha Surjani, dan Rita Tang	
Usulan Penjadwalan untuk Minimasi <i>Lateness</i> di Industri <i>Make-to-Order</i> (Studi Kasus pada PT X)	77
Istiadi Prasetio dan Anas Ma'ruf	
Analisis Potensi Utilisasi Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kota Metropolitan: Suatu Pendekatan Model Berbasis Sistem Dinamik (<i>Study Kasus: TPA Kota Surabaya</i>)	84
Bing An, Lusi Mei Cahya W, dan Ahmad Fatih Fudhla	
Integrasi <i>Grey Relational Analysis</i> dan <i>Steepest Ascent</i> untuk Eksperimen Taguchi dalam Kasus Multirespon	91
Rahman Dwi Wahyudi	
Evaluasi dan Perancangan Kursi Kuliah dan Tata Letak Fasilitas Ruang Kuliah yang Ergonomis	98
Silviani dan Johanna Renny Octavia Hariandja	
Perancangan Klasifikasi Pelanggan sebagai Dasar bagi Pengembangan <i>Customer Relationship Management</i> di PT 'X' Pasuruan	106
Esti Dwi Rinawiyanti	
Perbaikan Sistem Produksi Menggunakan <i>Methods-Time Measurement</i> dan Pengukuran <i>Learning Curve</i> di PT. Catur Pilar Sejahtera	113
Donna Donny Natalio Santoso, Markus Hartono dan Linda Herawati Gunawan	
Perancangan Tata Letak Gudang Tepung Terigu di PT. X, Sidoarjo	121
Jane Thirza Kwenusland, Indri Hapsari dan Jerry Agus Arlianto	
Model Penjadwalan Tenaga Kerja untuk Perawatan Pesawat Terbang <i>Line Maintenance</i>	130
Geby Amanda Putri dan Anas Ma'ruf	
Usulan Metode Perhitungan Peramalan Nilai Eskalasi Biaya PT Dirgantara Indonesia Menggunakan Model Peramalan Struktural dan Model ARIMA	137
Emil Zola Farkhan dan Rachmawati Wangsaputra	



Perancangan Sistem Pemeriksaan Kondisi Klem Sambungan Transformator 150/20 KV untuk Implementasi <i>Condition Based Maintenance</i> dengan <i>Graphical User Interface</i>	143
Prasidhi Artono dan Rachmawati Wangsaputra	
Identifikasi Variabel Cost Driver dalam Model Perhitungan Biaya Desain Assembly menggunakan Perangkat Lunak CAD	152
M Qomarul Huda dan Anas Ma'ruf	
Perancangan Alternatif Desain Tata Letak Hanggar 4 pada PT X dengan Pendekatan <i>Robust Layout</i>	159
Shafa Atrining Probosari dan Anas Ma'ruf	
Peningkatan Performansi Sistem Produksi Melalui Perbaikan Tata Letak Fasilitas dengan Pendekatan Sistem <i>Hybrid Cellular Manufacturing</i>	166
Citra Astari dan Rachmawati Wangsaputra	
Perancangan Proses Produksi Tarik pada Departemen Produksi <i>Pipe Frame Head</i> PT Sinar Terang Logamjaya	174
Enggar Yuwandani dan Rachmawati Wangsaputra	
Usulan Model Penjadwalan <i>Job-shop</i> dengan Fleksibilitas <i>Routing</i> untuk Meminimasi <i>Makespan</i> dan Meningkatkan Nilai <i>Leanness</i> di PT Sinar Terang Logamjaya	183
Zafira Putrid dan Rachmawati Wangsaputra	
Studi dan Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Berwirausaha di Kalangan Mahasiswa: Kerangka Teoritis dan Model Konseptual Awal	190
Esti Dwi Rinawiyanti dan Linda Herawati Gunawan	
Perancangan Model Pengukuran Tingkat Kesiapan Technoware dan Humanware Laboratorium dalam Memenuhi Persyaratan SNI ISO/IEC 17025	197
Saeful Islam dan Dradjad Irianto	
Usulan Perbaikan Utilitas Mesin Produksi Di PT X	207
I Wayan Sukania dan Marcella	
Simulasi Desain Hasil Usulan Perancangan Konsep Kontainer Plastik Pada Perusahaan Ritel Menggunakan <i>Finite-Element Analysis Method</i> Dan <i>Motion Study</i> Pada <i>Software Solidworks 2012</i>	213
Althofulkarim Zahid	
Rancangan Perbaikan <i>Stopkontak</i> Melalui Pendekatan Metode DFMA dengan Integrasi TRIZ pada PT. XYZ	229
Rosnani Ginting dan Yogi Khairi Hasibuan	



Identifikasi Faktor Resiko Dalam Mengantisipasi Kecelakaan Kerja	236
Niluh Putu Hariastuti	
Peningkatan Kualitas Pasir Cetak Hitam dengan Metode <i>Split Plot Design</i>	245
Debora Anne Yang Aysia	
The Indonesian Anthropometry Revisited: An Empirical Study Involving University Students	252
Markus Hartono	
Perancangan Sistem Estimasi Biaya Menggunakan Metode <i>Activity-Based Costing</i> untuk Produk <i>Progressive Dies</i> (Studi Kasus PT X)	258
Indah Irdianti Rochandhi dan Anas Ma'ruf	
Pemetaan dan Penguatan Potensi Wisata Kuliner di Yogyakarta	265
Dewi Hajar, Anas Hidayat dan Agus Mansur	
Optimasi Biaya Distribusi Beras Dengan Menggunakan Metode Linear Programming (Studi Kasus Perum Sub Divisi Regional I Bandung)	273
Yani Iriani dan Ketut Adi Sudarma	
Usulan Alat Bantu untuk Meminimasi Pemborosan Pada Proses Produksi Kantong Semen Padang	280
Yesmizarti Muchtiar, Aidil Ikhsan dan Ivan Fadli	
Model Konseptual Implementasi Lean Manufacturing antara <i>Operational</i> dan <i>Dynamic Capability</i> Perusahaan	287
Didit Damur Rochman, Hana Suryana dan Agus Rahayu	
Perancangan Tata Letak Pabrik dengan Menggunakan <i>Virtual Cellular Manufacturing System</i> (Studi kasus PT X)	294
Bernard Muljadi dan Anas Ma'ruf	
Perbaikan Proses Perakitan Produk Di PT. Almendo	303
Iis kartika	
Penentuan Pola Data Pembangkit <i>Fuzzy Failure Mode Effect Analysis</i> Dalam Rangka Perbaikan Kualitas Proses Perakitan <i>Transfer Case</i> (Studi Kasus:PT X)	309
Johnson Saragih, Dedy Sugiarto dan Rina Fitriana	
Simulasi Pemodelan Segmented Autoregressive Untuk Peramalan Data Interrupted Time Series	316
M. Arbi Hadiyat	



Pengaruh Aktivitas Kolaborasi terhadap Manajemen dan Daya Kolaborasi antar-UKM di Sentra Batik Studi Kasus di Sentra Batik Pesindon	323
Amalia dan Iwan Inrawan Wiraatmadja	
Penerapan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) pada Sistem Pemeliharaan Transformator	330
Iveline Anne Marie, Docki Saraswati, Sumiharni Batubara dan Amal Witonohadi	
Peningkatan Performansi Perencanaan Produksi Operasional <i>Pipe Frame Head</i> Melalui Model <i>Update Kapasitas</i> Heuristik Berbasis <i>Mixed Strategy</i>	338
Devy Nurmalia Sari dan Rachmawati Wangsaputra	
Ekstrapolasi Tren Substitusi Teknologi antara Teknologi MILC dan DSLR	345
Faisal Adiprabowo Widyanto dan Iwan Inrawan Wiratmadja	
Penyusunan Rencana Pengembangan Energi Terbarukan Indonesia dengan Metode <i>Logical Framework Approach</i>	352
Rahmadani Dian Pratiwi dan Tota Simatupang	
Studi dan Analisis Kelayakan Finansial Alternatif Peluang Usaha Industri Daur Ulang Plastik	360
Ferdy Kosashi, Benny Lianto dan Esti Dwi Rinawiyanti	
Penerapan Sistem Pakar dengan Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) pada CV. Ari	367
Rina Fitriana, Johnson Saragih dan Andrew Kurnia Setiawan	
Sistem Pemadam Kebakaran Kendaraan Berpenumpang	374
Yuwono B Pratiknyo, Amelia Santoso, Hudiyo F, Sunardi Tjandra, Yon H dan Susila Candra	
Pengembangan Model Optimasi <i>Multi objective</i> untuk VRPTW dengan Kebijakan Sistem Persediaan (s,S)	381
Dina Natalia Prayogo	
Pembuatan Alat Bantu Simulasi Dalam Rangka Perancangan <i>Reconfigurable Manufacturing System</i> Di Industri Manufaktur	389
Inaki Maulida Hakim dan Ilham Winoto	
Rantai Nilai Inovasi Terpadu: Sebuah model konseptual dan hipotesa awal	396
Benny Lianto dan Esti Dwi Rinawiyanti	
Pengendalian Potensi Bahaya Berdasarkan Pendekatan <i>Participatory Ergonomics</i> dalam Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan di Tempat Kerja (Studi Kasus di PT.Grandtex)	404
Paulus Sukapto, Harjoto Djojosebroto dan Zuelfandy	



Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> Dalam Mengidentifikasi Dan Meminimasi <i>Waste</i> Produk Granit Di Divisi Produksi Pada PT. Impero Granito Utama	414
Muhammad Kholil dan Kukuh Wilujeng	
Modifikasi Waktu Standard Pelayanan Untuk Meminimumkan Jumlah Antrian (Studi Kasus : Gerbang Tol Ancol Barat)	427
Hendy Tannady, Riyan dan Wahyu Eka	
Rancangan Pengembangan Sistem Informasi Distribusi Obat Untuk Pasien Rawat Inap Berbasis <i>Integrated System</i> (Studi Kasus Rumah Sakit XYZ)	434
Septy Waldania Lestari dan Erlangga Fausa	
Penjadwalan Produksi <i>Flow Shop</i> Sax Keypost Dengan <i>Mixed Integer Programming</i>	442
Nina Maratus Sholikhah, Ilyas Masudin dan Dana Marsetya Utama	
Evaluasi Implementasi Perangkat Lunak Sistem Pengukuran Kinerja dengan Menggunakan <i>Technology Acceptance Model</i>	449
Syarifa Hanoum, Chandra Budiman dan Effi Latiffianti	
Perancangan Konten E-Learning Software Solidcam Sebagai Alat Bantu Ajar Proses Manufaktur Untuk Mahasiswa Teknik Industri IT Telkom Menggunakan Model Addie Tahap Analisis Dan Desain	456
M Rizki Hadyan F	
Membangun Aplikasi <i>E-Learning</i> Software Solidcam Untuk Mahasiswa Teknik Industri Ittelkom Dengan Menggunakan Metode <i>Addie Instructional Design Model</i>	472
Asep Berna Saefullah, Rino Andias Anugraha dan M. Nashir Ardiansyah.	



Analisis Potensi Utilisasi Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kota Metropolitan: Suatu Pendekatan Model Berbasis Sistem Dinamik (Study Kasus: TPA Kota Surabaya)

Bing An, Lusi Mei Cahya W
Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Darma Cendika
Jl. DR. Ir. Soekarno 201, Surabaya 60117, Indonesia
E-mail: bingan_19@yahoo.com, lusi_mei@ukdc.ac.id

Ahmad Fatih Fudhla
Laboratorium Pemodelan Sistem, Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknik YPM
Jl. Raya Ngelom 86, Taman, Sepanjang, Sidoarjo 61257, Indonesia
E-mail : fudhla04@yahoo.co.id

Abstrak

Sampah merupakan masalah global yang memerlukan perhatian khusus. Kota Surabaya yang merupakan salah satu kota metropolitan terbesar ke dua di Indonesia tidak luput dari permasalahan tersebut. Semakin bertambahnya jumlah penduduk kota semakin besar pula jumlah sampah yang dihasilkan. Sistem persampahan Kota Surabaya bermuara pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang berada di Kecamatan Benowo yang semakin hari semakin menggunung. Di dalam penelitian ini, dibuat mode dinamis kondisi yang berjalan saat ini di TPA dan alternatif utilisasi sampah sehingga dapat menjadi salah satu pertimbangan usulan strategis bagi pemerintah kota dalam menangani produksi sampah yang semakin tinggi. Berdasarkan simulasi model, didapatkan bahwa dalam 10 tahun mendatang jumlah sampah di TPA sudah mencapai 1.000.000 ton dari 416.000. Usulan strategis utilisasi yang disusun, berupa pemanfaatan gas metana sebagai hasil penguraian sampah organik. berdasarkan simulasi model dinamik, selama 10 tahun sampah di TPA menghasilkan gas metan sejumlah rata-rata 6.86 ribu ton per hari. Gas metan merupakan energi alternatif pengganti energi fosil. Jumlah gas metan perhari tersebut setara dengan potensi energi senilai 54.65-66.8 milyar rupiah.

Kata kunci: Sampah, Simulasi, Sistem Dinamik, Metana

Abstract

Waste is a global problem that requires special attention. Surabaya which is one of the second largest metropolitan city in Indonesia is not immune to these problems. The increasing number of urban dwellers, the greater the amount of waste generated. Surabaya city waste system boils down to the Final Disposal (TPA) located in District Benowo increasingly mounting. In this study, created a dynamic mode that runs the current conditions in the landfill and trash utilization alternatives that can be considered one of the strategic proposal for the city government in dealing with the production of the higher junk. Based simulation models, it was found that in the next 10 years the amount of waste in the landfill has reached 1,000,000 tons from 416,000. Proposals drawn up strategic utilization, such as the utilization of methane gas as a result of the decomposition of organic waste. based simulation model of dynamic, during 10 years of waste in landfill produces methane, an average number of 6.86 thousand tons per day. Methane gas is an alternative to fossil fuel energy. The amount of methane per day, equivalent to the energy potential of billion dollars worth of 54.65-66.8.

Keywords: Waste, Simulation, Dynamic System, Methan



1. Pendahuluan

Kota metropolitan merupakan suatu kota utama atau kota terbesar dari suatu negara bagian, negara atau propinsi^[1]. Suatu kota metropolitan menjadi pusat berbagai aktivitas bisnis, ekonomi, politik, budaya dari kota atau daerah disekitarnya, yang salah satunya ditandai dengan tingginya densitas penduduk dan kecanggihannya kecepatan dan percepatan finansial. Dari sisi lingkungan, tingginya densitas penduduk berdampak pada tingginya produksi sampah perkotaan. Surabaya sebagai kota metropolitan terbesar kedua di Indonesia setelah ibu kota menghadapi permasalahan yang sama. Sekitar 0,45 kg sampah diproduksi oleh satu orang penduduk kota Surabaya per harinya. Tahun 2012 Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat jumlah penduduk kota Surabaya mencapai angka 3.110.187 jiwa^[2]. Jumlah itu terus bertambah dari tahun ke tahun. Seiring bertambahnya jumlah penduduk membuat jumlah sampah yang dihasilkan juga ikut bertambah. Sistem persampahan Kota Surabaya bermuara pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang berada di Benowo. Di TPA inilah sampah yang dihasilkan penduduk kota Surabaya dikumpulkan.

Luas total TPA Kota Surabaya adalah 37 ha, dimana 30 ha sebagai tempat khusus pengolahan sampah dan 7 ha untuk keperluan lain seperti saluran lindi, bangunan, dan lain-lain. TPA beroperasi setiap hari dengan volume sampah yang ditampung rata-rata 290 truk perhari. Lahan efektif seluas 30 ha itu sebenarnya sudah hampir melebihi batas kemampuan menampung sampah. Tidak sebandingnya sampah yang dikelola dengan sampah yang datang membuat TPA semakin hari semakin dipenuhi oleh sampah.

Dalam penelitian ini, dibuat sebuah pemodelan dinamis kondisi saat ini dan alternatif utilisasi sampah yang semakin menumpuk di TPA sehingga dapat menjadi salah satu pertimbangan usulan strategis bagi pemerintah kota dalam menangani produksi sampah yang semakin tinggi.

2. Pemodelan Sistem Dinamik

Metode sistem dinamik berhubungan erat dengan pertanyaan-pertanyaan tentang *trend* atau pola perilaku dinamik (sejalan dengan bertambahnya waktu) dari sebuah sistem yang kompleks. Penggunaan sistem dinamik diarahkan kepada bagaimana memahami perilaku sistem tersebut sehingga orang atau pihak tertentu dapat meningkatkan efektivitas dalam merencanakan suatu kebijakan dan pemecahan masalah yang timbul^[3]. Pembuatan model sistem dinamik umumnya dilakukan dengan menggunakan software yang memang dirancang khusus. Salah satu *software* tersebut adalah Vensim (*Ventana Simulation*). Dengan *software* tersebut model dibuat secara grafis dengan simbol-simbol atas variabel dan hubungannya.

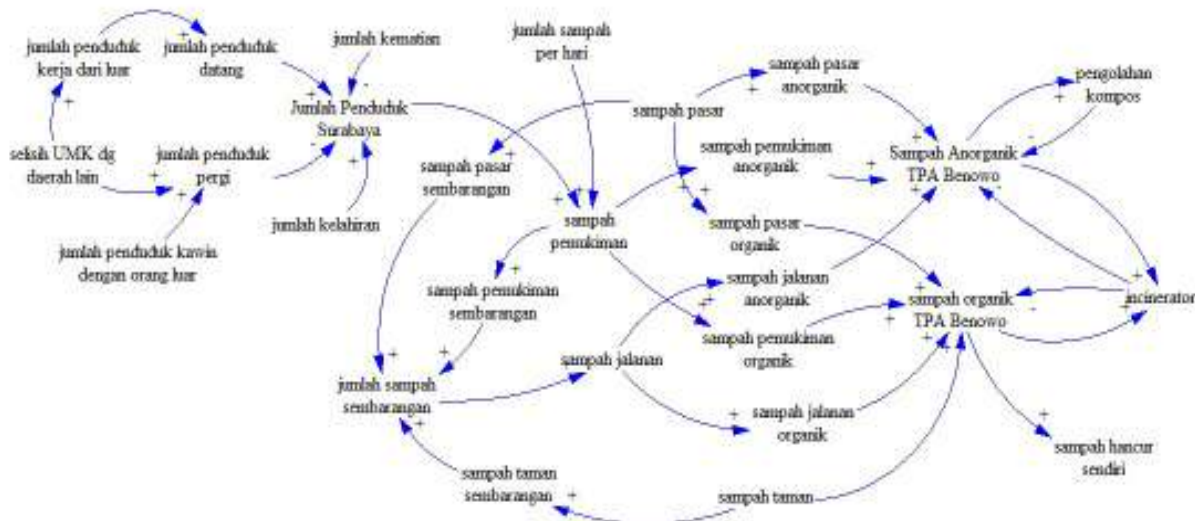
Model sistem dinamik bukan hanya dibuat untuk memberikan proses peramalan atau prediksi semata, tetapi lebih jauh dari itu sistem dinamik ditujukan untuk memahami karakteristik dan perilaku mekanisme proses internal yang terjadi dalam suatu sistem tertentu. Sistem dinamik sangat efektif digunakan pada sistem yang membutuhkan tingkat pengelolaan akan data yang banyak dengan baik. Dengan fleksibilitas yang dimiliki maka hal ini akan membantu dalam melakukan proses formulasi model, penentuan batasan model, validasi model, analisis kebijakan, serta penerapan model^[4].

Surjandari (2009)^[5] menggunakan sistem dinamik (*dynamic system*) yang digabungkan dengan AHP (*Analytic Hierarchy Process*) untuk membantu memperoleh kebijakan yang harus dilakukan untuk mengurangi beban tumpukan sampah di DKI Jakarta. Setelah penelitian tersebut Hapsari dan Wilujeng (2012)^[6] membuat penelitian mengenai studi emisi karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄) dari kegiatan mereduksi sampah di Kota Surabaya bagian selatan. Dari beberapa penelitian diatas maka peneliti mendasari penelitiannya menggunakan pendekatan sistem dinamik untuk menggambarkan sistem persampahan kota Surabaya.

3. Metodologi Penelitian

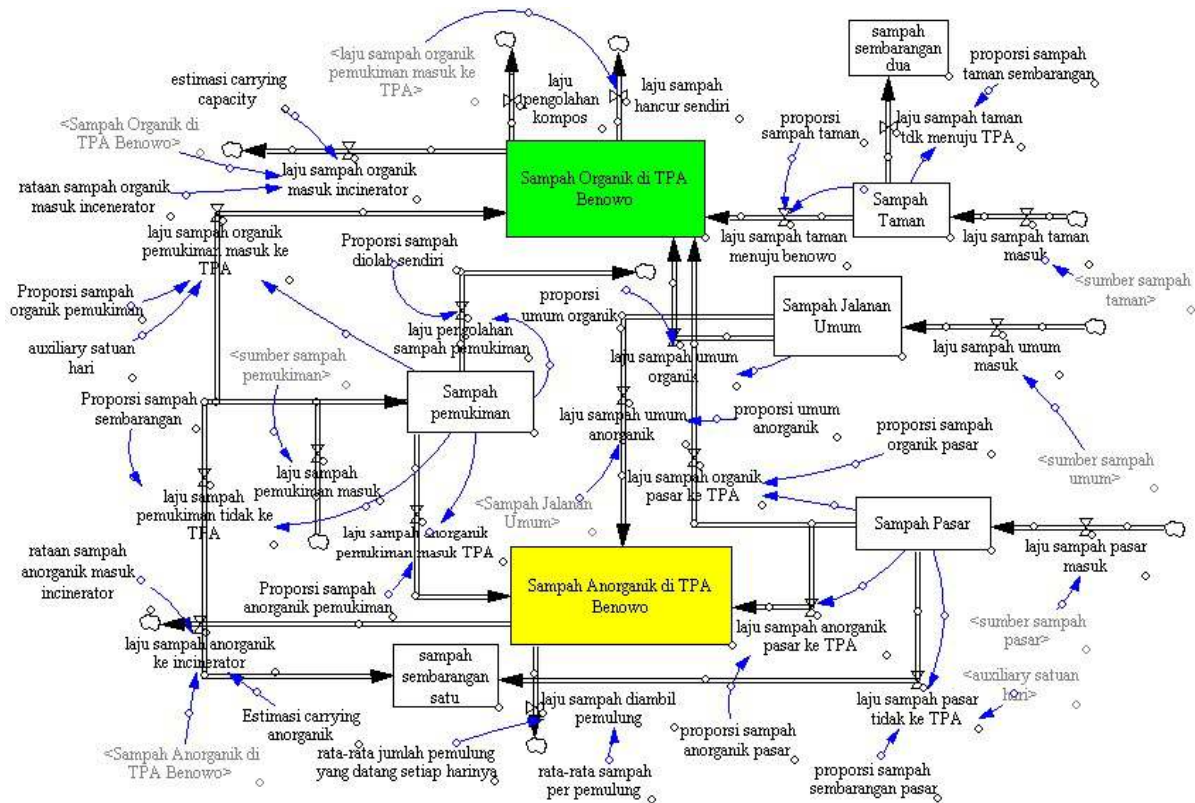
Penelitian ini dimulai dengan identifikasi variabel-variabel apa saja yang mempengaruhi sistem persampahan kota. Variabel-variabel yang sudah diidentifikasi selanjutnya dituangkan kedalam kerangka diagram sebab akibat (*Causal loop diagram/CLD*), disini CLD digunakan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antar variabel. Dari CLD maka dapat dibuat *Stock and Flow diagram (SFD)* yang merupakan model simulasi dari sistem persampahan kota Surabaya. CLD maupun SFD dibuat dengan menggunakan *software* Ventana Simulation (Vensim). Setelah model jadi maka dilakukan tahap verifikasi dan validasi agar model sesuai dengan sistem yang nyata. Validasi model dapat dilakukan dengan menguji struktur model dan perilaku model [7]. Fungsi daripada model adalah melihat bagaimana pola pergerakan sampah dilihat dari deret waktu serta mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penumpukan sampah di kota Surabaya.

Diagram sebab akibat (*Causal Loop Diagram*) dibuat dengan menghubungkan keterkaitan suatu variabel dengan variabel lainnya. Dengan demikian dapat dipahami, keterkaitan serta seberapa jauh pengaruhnya. Semua variabel yang berpengaruh terhadap permasalahan dilibatkan di dalam model. Variabel-variabel awal yang membangun model beserta pola interaksinya dapat dilihat pada Gambar 1 dimana variabel-variabel tersebut masih berupa variabel besar yang sifatnya masih umum.



Gambar 1. *Causal Loop Diagram* Sistem Persampahan Kota Surabaya

Stock and flow diagram dibuat berdasarkan diagram sebab akibat (*causal loop diagram*) pada Gambar 1. Dengan variabel sampah organik dan sampah anorganik TPA sebagai variabel utama. Model utama dari sistem persampahan di Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 2.



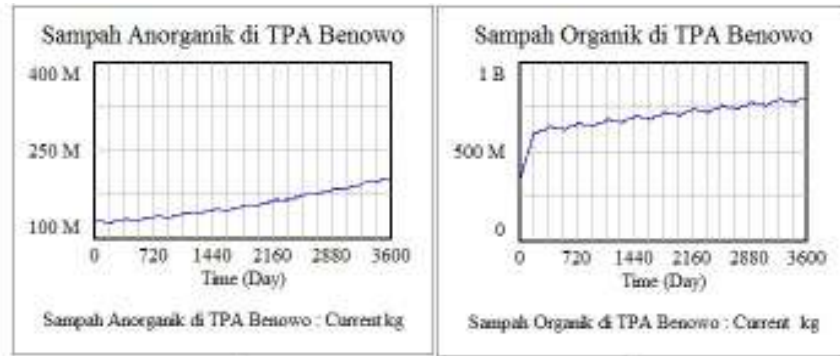
Gambar 2. Model Utama TPA Kota Surabaya

Pada model utama sampah yang ada di TPA Kota Surabaya dibagi menjadi sampah organik dan sampah anorganik, hal ini untuk dapat melihat pengolahannya secara detail. Sampah organik diolah dengan rumah kompos untuk selanjutnya dijadikan pupuk kompos. Pemulung berperan dalam upaya pengurangan sampah anorganik, dimana setiap harinya lebih dari 100 pemulung datang ke TPA untuk mengumpulkan sampah-sampah yang masih bernilai ekonomis untuk dijual kembali. *Incenerator* digunakan untuk upaya pemusnahan sampah dimana pengolahan ini digunakan untuk mengolah sampah organik maupun sampah anorganik.

Sampah yang datang ke TPA berasal dari berbagai macam sumber antara lain sampah pemukiman, sampah pasar, sampah taman, sampah jalanan umum. Maka dari itu dibuatlah sub model sumber sampah dimana sub model ini menggambarkan bagaimana mekanisme sampah yang masuk ke TPA. Pembuatan sub model ini juga memperhitungkan pergerakan sampah yang berfluktuasi ketika dipengaruhi oleh waktu. Model juga sudah mempertimbangkan ketika bulan-bulan tertentu sampah pemukiman menjadi bertambah atau berkurang.

4. Hasil Simulasi Model

Simulasi dan pemodelan dibuat dengan menggunakan *software* Vensim (*Ventana Simulation*), dilakukan dalam waktu simulasi selama 10 tahun dimana data yang dimasukkan sebagai data awal didapat melalui Badan Pusat Statistik pada tahun 2012. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa pemodelan dalam penelitian ini difokuskan pada pola pergerakan sampah dari tahun ke tahun. Berikut ini merupakan hasil dari pola pergerakan sampah dari tahun ke tahun mulai dari tahun 2012 sampai tahun 2022.



Gambar 5. Hasil Simulasi Sampah TPA Kota Surabaya

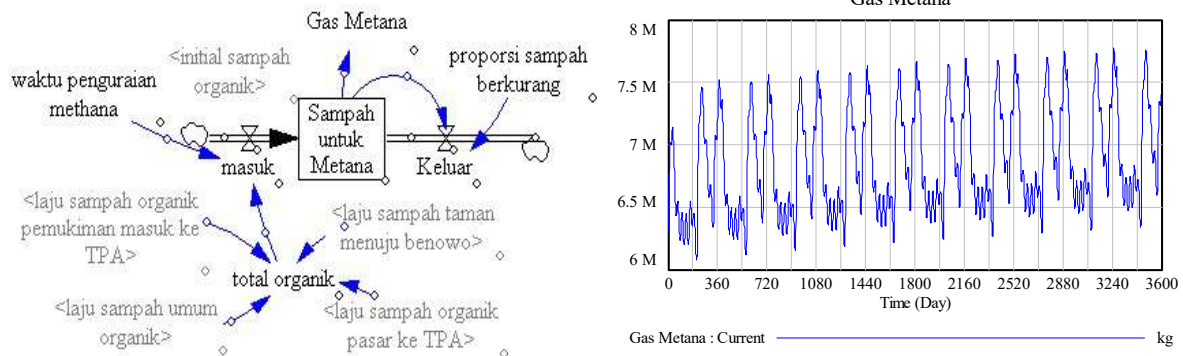
Dari hasil simulasi model pada Gambar 5, jumlah sampah organik maupun anorganik yang tertampung di TPA cenderung bertambah. Dapat dilihat pada gambar 4.12. jumlah sampah yang ada di TPA dalam waktu 10 tahun sudah mencapai 1.000.000 ton, dimana jumlah sampah yang ditampung saat ini 416.000 ton. Dapat dilihat data tersebut penambahan jumlah sampah yang ditampung di TPA mencapai lebih dari 100%. kapasitas TPA yang mempunyai luas lahan 30 ha hanya dapat menampung sekitar 705.000 ton sampah, itu pun sampah yang ditumpuk sudah setinggi 10 meter. Melihat hasil simulasi tersebut maka hendaknya dilakukan perencanaan untuk menangani dan mengantisipasi kondisi tersebut agar sampah tidak semakin bertambah

Sampah yang tertimbun di TPA dalam waktu tertentu akan menghasilkan berbagai jenis gas salah satunya adalah metana. Gas metana (CH_4) merupakan gas hasil dari penguraian sampah organik. Menurut Zhang^[8], biogas yang dihasilkan dari fermentasi limbah organik memiliki komposisi lengkap sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Kandungan Biogas

Komponen	%
Metana (CH_4)	55 – 75
Karbon dioksida (CO_2)	25 – 45
Nitrogen (N_2)	0 - 0,3
Hidrogen (H_2)	1 – 5
Hidrogen sulfida (H_2S)	0 – 3
Oksigen (O_2)	0,1 - 0,5

Selama ini gas metana yang dihasilkan sampah TPA hanya dialirkan dengan bebas ke udara dengan cerobong-cerobong pipa. Gas metana tersebut dibiarkan mengalir kealam bebas tanpa dimanfaatkan. Untuk mengetahui jumlah gas metana yang dihasilkan oleh TPA maka dibuatlah mekanisme model produksi gas metana yang terintegrasi dengan model utama.



Gambar 6. Model Mekanisme produksi Gas Metana dan Grafik Hasil Simulasi

Gas metana hanya terbentuk dari sampah yang berupa sampah organik. Sampah yang menumpuk dalam kurun waktu tertentu akan menghasilkan gas metana. Sebagaimana yang ditunjukkan pada grafik gambar 6, berdasarkan hasil simulasi, gas metana yang dikeluarkan oleh sampah organik dalam kurun waktu 10 tahun rata-rata mencapai 6,86 juta kilogram perhari.

Setiap kilogram gas metana setara dengan daya listrik sebesar 13,28 Kilo Watt Hour (KWH)^[9]. Jika rata-rata per hari gas metana yang dihasilkan 6,86 juta kilo gram, maka setara dengan listrik sebesar 91.1 juta KWH. Kondisi saat ini di TPA, gas metana dibiarkan lepas ke udara. Jika tarif listrik rumah tangga diasumsikan Rp 600/ KWH maka terdapat potensi energi listrik yang hilang ke udara yang setara dengan 54.65 milyar rupiah per hari. Atau jika bisa digunakan sebagai gas rumah tangga pengganti LPG, dengan asumsi harga LPG 3 kg Rp 13.000,00 dan faktor efisiensi 75%, maka potensi energi yang hilang ke udara setara dengan 66,8 milyar rupiah per hari. Melihat besarnya potensi ekonomi yang dihasilkan sampah di TPA, alangkah baiknya jika pihak-pihak yang terkait mengekstraksi gas metan yang selama ini terbuang sia-sia ke udara.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari simulasi model persampahan kota Surabaya didapatkan bahwa sampai akhir tahun 2013 sampah TPA Surabaya sudah mencapai angka 764.280 ton sampah dimana jumlah itu sudah melebihi daya tampung TPA Surabaya seluas 30 ha yang hanya mampu menampung 705.000 ton sampah (dengan ketinggian sampah mencapai 10 meter). Jika terus menerus dibiarkan tanpa pemanfaatan atau pengolahan yang seimbang dengan produksi sampah, niscaya akan terbentuk gunung sampah yang tinggi menjulang.

Sampah yang menumpuk terus menerus di TPA kota metropolitan seperti kota surabaya, berdasarkan simulasi model dinamik menghasilkan gas metan dengan jumlah yang luar biasa besar setiap harinya (6.86 ribu ton). Gas metan merupakan energi alternatif pengganti energi fosil. Jumlah gas metan perhari tersebut setara dengan potensi energi senilai 54.65-66.8 milyar. Jika gas metan itu bisa dimanfaatkan secara optimal di kota-kota seluruh indonesia, niscaya akan banyak berkurang ketergantungan kita akan bahan bakar fosil yang notabene impor dari luar negeri.

6. Daftar Rujukan

- [1] Mirriam-Webster Dictionary, www.mirriam-webster.com
- [2] Badan Pusat Statistik (2012), *Surabaya Dalam Angka 2012*
- [3] Muhammadiyah, Aminullah E, Soesilo B (2001) *Analisis Sistem Dinamis : Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*, Jakarta :UMJ Press



- [4] Maani, Kambiz E. Cavana, Robert Y. (2000), *System Thinking and Modelling : Understanding Change and Complexity*. Prentice Hall.
- [5] Surjandari, I (2009) “*Model Dinamis Pengelolaan Sampah Untuk Mengurangi Beban Penumpukan*”, *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 11, No. 2, Desember 2009, pp. 134-147
- [6] Hapsari, C. Dan Wilujeng S.A. (2012). *Studi Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dan Metana (CH₄) dari Kegiatan Mereduksi Sampah Di Kota Surabaya Bagian Selatan*. *Jurnal Lingkungan Tropis*. Volume 6 Nomor 1. 21-30
- [7] Shreckengost, Raymond C (1985), *Self-Report Methods Of Estimating Drug Use: Meeting Current Challenges To Validity*, Washington DC : Rockville, Maryland
- [8] Zhang, R. & Zhang, Z. 1999. *Biogasification of rice straw with an anaerobicphased solids digester system*. *Biores. Technol.* 68: 235–245.
- [9] Bayuseno AP (2009), *Penerapan Dan Pengujian Model Teknologi Anaerob Digester Untuk Pengolahan Sampah Buah-Buahan Dari Pasar Tradisional*, ROTASI ,Volume 11 Nomor 2, ejournal.undip.ac.id



7th
**NATIONAL
INDUSTRIAL
ENGINEERING
CONFERENCE**
2 0 1 3



SERTIFIKAT

Diberikan Kepada

Lusi Mei Cahya W.
Pemakalah

**"Industrial Engineering in a Competitive and Borderless World:
Enhancing Innovation & Sustainability Through Standards"**

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SURABAYA

SEMINAR - 10 Oktober 2013



Dina Natalia Prayogo, S.T., M.Sc
Ketua Jurusan Teknik Industri



Yenny Sari, S.T., M.Sc
Ketua Panitia 7th NIEC