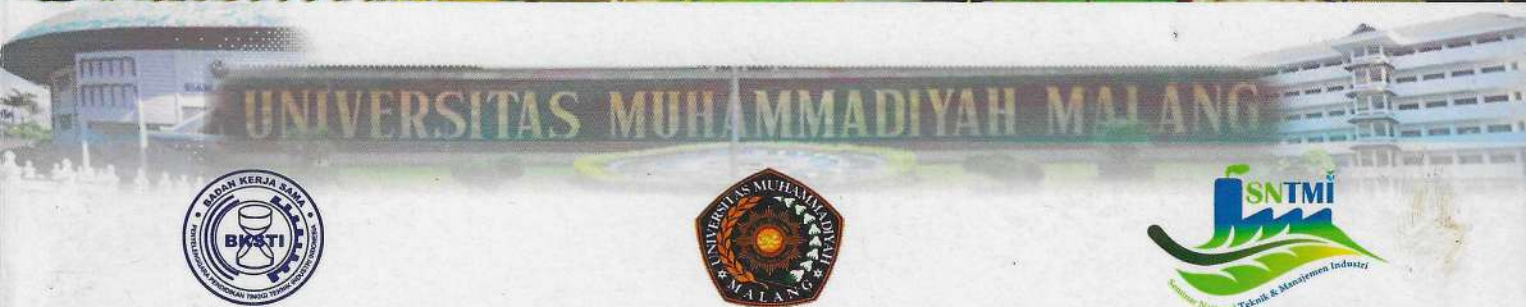


PROCEEDING

SEMINAR NASIONAL TEKNIK & MANAJEMEN INDUSTRI

Hotel Kusuma Agrowisata Batu, 15 Mei 2013

*"Menuju Sustainable Manufacturing
untuk Keberlanjutan dan Peningkatan Daya Saing Industri Nasional"*



JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2  13

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmad dan hidayah-Nya sehingga *Proceeding* Seminar Nasional Teknik & Manajemen Industri 2013 (SNTMI 2013) dengan tema “Menuju *Sustainable Manufacturing* untuk Keberlanjutan dan Peningkatan Daya Saing Industri Nasional” yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang pada 15 Mei 2013 dapat kami selesaikan.

Penyusunan *Proceeding* ini dimaksudkan agar masyarakat luas dapat mengetahui berbagai informasi terkait dengan penyelenggaraan Seminar Nasional tersebut. Informasi yang disajikan dalam *Proceeding* ini meliputi:

1. Laporan Ketua Panitia Seminar SNTMI 2013
2. Sambutan Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang
3. Sambutan dan Pembukaan oleh Dekan Fakultas Teknik
4. Makalah Utama
5. Makalah Bidang I : *Sustainable, Green Productivity, Product & Eco-Product Design*
6. Makalah Bidang II : *Supply Chain Management*
7. Makalah Bidang III : *Ergonomics And Facility Design*
8. Makalah Bidang IV : *Manufacturing System*
9. Makalah Bidang V : *Industrial Management*

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Bapak/Ibu Pemakalah dan Peserta yang telah menyumbangkan pemikirannya dalam acara Seminar Nasional Teknik & Manajemen Industri 2013 ini. Tak lupa kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan bagi terselenggaranya Seminar Nasional Teknik & Manajemen Industri 2013 ini dan atas tersusunnya *proceeding* ini.

Akhir kata semoga *Proceeding* ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak khususnya untuk Keberlanjutan dan Peningkatan Daya Saing Industri Nasional.

Batu, Mei 2013
Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Susunan Panitia Seminar Nasional Teknik & Manajemen Industri 2013	i
Kata Pengantar	iii
Laporan Ketua Panitia SNTMI 2013	v
Sambutan Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang	vii
Sambutan dan Pembukaan oleh Dekan Fakultas Teknik	ix
Daftar Isi	xi
A Makalah Utama	
1 PENERAPAN KONSEP EKOLOGI INDUSTRI UNTUK KEBERLANJUTAN INDUSTRI NASIONAL Ahmad Mubin	A-1
2 STRATEGIES & CHALLENGES OF SUSTAINABLE MANUFACTURING IN INDONESIA Dr. Maria Anityasari	A-11
3 BEST PRACTICE REMANUFACTURING INDUSTRY IN PT SANGGAR SARANA BAJA Muh Arfani Fatchul Alam	A-25
Bidang I : Sustainable, Green Productivity, Product & Eco-Product Design	
1 PENERAPAN <i>GREEN PRODUCTIVITY</i> SEBAGAI UPAYA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DAN KINERJA LINGKUNGAN (AIR TANAH) MELALUI USAHA <i>WASTE REDUCTION</i> PADA BAGIAN <i>MIXING</i> DI PT. X Pratya Poeri Suryadhini, Endar Permadi, Muhammad Iqbal	I-1
2 USULAN PERBAIKAN DESAIN KONTAINER PLASTIK PADA PT. INDOMARCO PRISMATAMA DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>NIOSH LIFTING EQUATION</i> DAN <i>RAPID ENTIRE BODY</i> ASSESSMENT Choirul Umam, Rino Andias Anugraha, M. Nashir	I-9
3 PERANCANGAN MODEL KONSEPTUAL SISTEM TANGGAP DARURAT PADA KLASER INDUSTRI KIMIA, STUDI KASUS DI KAWASAN INDUSTRI GRESIK (KIG) Sandy Yudha Guntara	I-19
4 <i>STREAMLINED LIFE CYCLE ASSESSMENT</i> UNTUK PEMBUATAN BIJIH PLASTIK MURNI DAN DAUR ULANG Catharina Badra Nawangpalupi, Syl Via	I- 27
5 PERBAIKAN BERKELANJUTAN TERHADAP SISTEM MAMPU TELUSUR PT. XYZ Ketut Gita Ayu, Nike Septivani, Randy Cahyadi, Hellen Oktavia, Fandy Juanda	I-36
6 PERENCANAAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN BERWAWASAN LINGKUNGAN DI TAMAN NASIONAL BUKIT DUA BELAS PROPINSI JAMBI Aviasti	I-44



7	KAJIAN PRODUK OBAT PEMBASMI NYAMUK YANG AMAN BAGI KESEHATAN MANUSIA MENGGUNAKAN METODA <i>FUNCTION ANALYSIS SYSTEM TECHNIQUE</i> Chevy Herli Sumerli A.	I-52
8	PENGARUH RASIO SUBSTRAT DAN MIKROORGANISME SERTA SISTEM PEMBERIAN UMPAN (<i>BATCH</i> DAN <i>FEDBATCH</i>) TERHADAP PROSES DEGRADASI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU Rahmayetty, Ayu Rolasty N dan Taufan Dwi Hari S	I-61
9	PEMBUATAN <i>EDIBLE FILM</i> KITOSAN DENGAN PEMLASTIS ERITRITOL DAN APLIKASINYA DALAM PENGAWETAN BUAH STROBERI Dhena Ria Barleany, Heri Heriyanto, M. Adha Firdaus, dan Winny Muliadini	I-67
10	PENGEMBANGAN ALAT PEMUTIH BERAS MEKANIK GUNA MENINGKATKAN KUALITAS BERAS MENGGUNAKAN METODE QFD (<i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i>) DAN BILOT Siti Nandiroh	I-76
11	PERANCANGAN EKSPERIMEN PENGOLAH LIMBAH UNTUK PENINGKATAN DAYA SAING BATIK MADURA Mu'alim	I-82
12	PERANCANGAN ULANG MESIN PEMOTONG KAYU DENGAN METODE QFD DAN AHP Trisita Novianti	I-87
Bidang II : Supply Chain Management		
1	PERANCANGAN SISTEM DISTRIBUSI DAN TRANSPORTASI PENGADAAN <i>RAW MATERIAL</i> DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE <i>MILKRUN</i> (STUDI KASUS PT.XYZ) Ibnu Pujo Wijayanto, Mira Rahayu	II-1
2	OPTIMISATION AND IMPLEMENTATION OF ONLINE LOGISTICS SUPPORT IN INDONESIA: POST SERVICE CASE Darmawan Setio Widodo	II-8
3	MODEL SISTEM DISTRIBUSI <i>MAIL PROCESSING CENTER</i> BANDUNG MENGGUNAKAN <i>SAVING MATRIX METHOD</i> Muhammad Irman, Mira Rahayu	II-14
4	MINIMUM WEIGHTED COST METHOD FOR DETERMINING INITIAL SOLUTION OF TRANSPORTATION PROBLRMS Farizal	II-21
5	MINIMASI <i>BULLWHIP EFFECT</i> PADA JARINGAN DISTRIBUSI Rahmi Yuniarti	II-25
6	ANALISIS RUTE TERPENDEK PADA SISTEM PENDISTRIBUSIAN PERUSAHAAN PASIR CV. SEMERU JAYA ABADI Rahmi Yuniarti	II-31

7	APLIKASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PADA GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PADA PENGEMBANGAN USAH KECIL MENENGAH Andharini Dwi Cahyani	II-40
8	TRADE-OFFS BETWEEN DISTRIBUTION COSTS AND CUSTOMER SERVICE IN CENTRALIZED AND DECENTRALIZED WAREHOUSING SYSTEM Ilyas Masudin	II-46
9	MODEL <i>PERIODIC INVENTORY ROUTING PROBLEM</i> PADA PENJADWALAN PENGIRIMAN LPG (STUDI KASUS: PT. DWI TUNGGAL JAYA MALANG) Annisa Kesya Garside, Elok Solichati dan Wulan Andriani	II-52
Bidang III : <i>Ergonomics And Facility Design</i>		
1	RANCANGAN ULANG ALAT PEMBELAH PINANG YANG ERGONOMIS BERDASARKAN DATA ANTROPOMETRI (Studi Kasus Di Kotabaru Seberida – Inhil) Neng Sri Novi Fitri Yani, Anwardi	III-1
2	PERANCANGAN MODEL SIMULASI JALUR EVAKUASI (Studi Kasus : RSUD dr. R. Goeteng Taroenadibrata) Dian Fitriana Purwaningsih, Irwan Iftadi dan Wakhid Ahmad Jauhari	III-13
3	PERAN INTERVENSI BIOMEKANIKA DALAM AKTIVITAS BONGKAR MUAT BURUH DI PT. BULOG GUDANG 306 MOJOLABAN-SURAKARTA Danu Yudhi Prasono, Lobes Herdiman, Ilham Priadythama	III-22
4	PERANCANGAN LINTASAN PRODUKSI DAN TATA LETAK FASILITAS PABRIK <i>BARECORE</i> CV. SAU Fran Setiawan, Yosef Daryanto	III-30
5	PENENTUAN WAKTU ISTIRAHAT UNTUK MENGURANGI BEBAN KERJA PETUGAS ONBOARD BUS TRANSJAKARTA KORIDOR IX (PINANG RANTI-PLUIT) Dian Mardi Safitri, Nalurita Ulfah dan Nataya Charoonsri Rizani	III-36
6	PENGUNAAN SOFTWARE BLOCPLAN UNTUK MENGOPTIMASIKAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI PADA PT CHUBB SAFES INDONESIA Atep Afia Hidayat, Muhammad Kholil	III-47
7	PENENTUAN TIPE TATA LETAK PABRIK PADA INDUSTRI MANUFAKTUR PLASTIK Loren Pratiwi, Catharina Badra Nawangpalupi, Ivan Susanto	III-54
8	PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS LANTAI PRODUKSI PT. ABC MENGGUNAKAN METODE <i>SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING</i> (SLP) DAN PROMETHEE II Sabarudin Akhmad	III-62

9	PENGARUH STRES KERJA DAN MOTIVASI KERJA TERHADAP KINERJA KARYAWAN DENGAN KEPUASAN KERJA SEBAGAI VARIABEL MODERATING Fitri Agustina, Firraudusy Aini	III-73
10	ANALISIS POSTUR KERJA OPERATOR INDUSTRI GENTING TANAH LIAT MENGGUNAKAN METODE QUICK EXPOSURE CHECKLIST DAN RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT Nandiwardhana Grahitomukti, Intani Rahmadanti Pribadi, Irwan Iftadi, dan Rahmadiyah Dwi Astuti	III-81
Bidang IV : Manufacturing System		
1	ANALISIS SISTEM PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DI INDUSTRI <i>FROZEN FOOD</i> Rizki Wahyuniardi , Bram Andryanto, Hasya Fauzan	IV-1
2	PENGURANGAN <i>CYCLE TIME</i> ANALISA PENGUJIAN RESIDU PESTISIDA DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>SIX SIGMA</i> PADA BALAI PENGUJIAN MUTU BARANG JAKARTA Humiras Hardi Purba, Dana Santoso, Sri Wahyuni	IV-8
3	PENJADWALAN <i>FLOW SHOP</i> UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN MENGGUNAKAN ALGORITMA <i>HYBRID SIMULATED ANNEALING</i> Julia A. Siallagan, Praty Poeri Suryadhini, M. Nashir Ardiansyah	IV-20
4	PERBAIKAN KUALITAS DENGAN MENENTUKAN KEGAGALAN POTENSIAL DAN USULAN PERBAIKAN PADA PROSES PENGECATAN MELALUI PENERAPAN METODE <i>FUZZY FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS</i> DI PT. GERBANG SARANA BAJA Andri Bagio Satrio, Wisnu Sakti Dewobroto, Widya Ariyani,	IV-27
5	MENURUNKAN WAKTU DANDORI INSERT TIPE PRODUK X95X RHD VARIAN JK-44 1955 KE JK-44 1984 DI PT ABC Iwan Tutuka Pambudi, Aditya Supriyanto Pamungkas	IV-37
6	USULAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN MATERIAL NON-METAL PESAWAT JENIS CN-XXX DENGAN METODE EOQ MULTI ITEMS YANG MEMPERHITUNGKAN USIA KADALUARSA (Studi Kasus di PT. Dirgantara Indonesia) Andika Medalion dan Kartika Suhada	IV-49
7	USULAN PENJADWALAN PROSES MANUFAKTUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>TABU SEARCH</i> DI PT. KERTA LAKSANA Arifin Suandy, Santoso, dan Rainisa Maini Heryanto	IV-59
8	ENINGKATAN KUALITAS SURAT KABAR HARIAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>LEAN SIX SIGMA</i> (STUDI KASUS: SAMARINDA POS) Herman Saputro, dan Muriani Emelda Isharyani	IV-71
9	PEMILIHAN SUPPLIER BENANG DI PERUSAHAAN TEKSTIL PT.XYZ DENGAN METODE AHP (<i>ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS</i>) Brihaspati Yogarudha, Azizah Aisyati, dan Wakhid Ahmad Jauhari	IV-79

- 10 EMODELAN DAN SIMULASI DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN FLUIDA MINYAK DAN AIR DI DALAM PIPA ALIRAN MENUJU CLARIFIER TANK PT XYZ
Teguh Kurniawan, Hilman Ibnu Mahdi, dan Wina Sofiyanti IV-85
- 11 PENJADWALAN *JOB SHOP MANUFACTURING* UNTUK MEMINIMALKAN *MAKESPAN*
Muhammad Shodiq Abdul Khannan IV-94
- 12 ANALISIS MANAJEMEN PERSEDIAAN DENGAN MENGGUNAKAN KLASIFIKASI ABC DAN *MONTH MOVEMENT RANK*
Retnari Dian Mudiastuti IV-101
- 13 PENERAPAN KONSEP DMAIC PADA *SIX SIGMA* UNTUK MENINGKATKAN MUTU PRODUKSI TEH PUCUK HARUM 350ML DI PT. TIRTA FRESINDO JAYA DEPARTEMENT BEVERAGES
Trisno Andriyanto, Muhammad Kholil IV-107
- 14 ANALISA PEMELIHARAAN MAIN BOOSTER PUMP DALAM MENINGKATKAN PEMOMPAAN BBM DI TERMINAL BBM BALONGAN
Fahrudin, Muhammad Kholil IV-115
- 15 APLIKASI SIX SIGMA DALAM PERBAIKAN KUALITAS UNTUK MENURUNKAN BIAYA SCRAP OPU MODEL RAF 3350A-Z (N2)-PT PSEB
Yoyok Sunyoto, Muhammad Kholil IV-124
- 16 OPTIMALISASI PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN GOAL PROGRAMMING DAN PENJADWALAN PROSES PRODUKSI DENGAN CAMPBELL DUDEK SMITH (CDS) PADA SLAB STEEL PLANT (SSP) 1 DI PT KRAKATAU STEEL
Pudji Astuti, Iveline Anne Marie, Lita Septia Wulandari IV-134
- 17 PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING MENGGUNAKAN VALUE STREAM MAPPING UNTUK MEMINIMASI WASTE PADA PROSES PRODUKSI SUSU NANDHI MURNI (Studi Kasus di Koperasi Unit Desa Batu)
Aprillia Rahma Putri, Nasir Widha Setyanto, Mochamad Choiri IV-142
- 18 ANALISA PENYEBAB KECACATAN PADA PRODUK MINUMAN SARI APEL
Shanty Kusuma Dewi IV-151

Bidang V : *Industrial Management*

- 1 IMPLEMENTASI METODE TECHNOMETRIC SEBAGAI STRATEGI TEKNOLOGI PADA UD. IKHWAIN KELEYAN BANGKALAN
Retno Indriartiningtias, Nasikhuddin dan Nur Rizki Aiman V-1
- 2 MOBILITAS PENDUDUK PEDESAAN PADA WILAYAH AGROEKOSISTEM LAHAN KERING BERBASIS PALAWIJA DALAM MENGISI PELUANG KERJA DAN PELUANG USAHA
Bambang Winarso V-12

3	PENINGKATAN PENYERAPAN KUPS DALAM RANGKA PENGUATAN MODAL GUNA MENINGKATKAN INDUSTRI PEMBIBITAN SAPI POTONG DARI SKALA KECIL KE SKALA MENENGAH Bambang Winarso	V-22
4	PERAMALAN JUMLAH PENJUALAN ORE DALAM UPAYA MEMENUHI PERMINTAAN PASAR PADA PT.ANTAM (PERSERO) TBK, UBPN SULAWESI TENGGARA Arminas, Andi Atmayanti	V-32
5	PERBAIKAN CITRA SIDIK JARI DENGAN MENGUNAKAN PROSES RIDGE REGRESSION Muhammad Kusban	V-42
6	PENGUKURAN KINERJA PRODUKTIVITAS PERUSAHAAN MENGUNAKAN METODE OBJECTIVE MATRIX (OMAX) PADA CV. ANEKA KARYA TEKNIK Much. Djunaidi	V-50
7	FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH SIGNIFIKAN TERHADAP KESUKSESAN INOVASI PRODUK USAHA KECIL MENENGAH Ari Basuki	V-58
8	USULAN PERANCANGAN PETA STRATEGIS DENGAN PENDEKATAN <i>BALANCED SCORECARD</i> (BSC) Dwi Novirani, Sugih Arijanto	V-65
9	IDENTIFIKASI PREFERENSI MAHASISWA DAN PERUSAHAAN PENGGUNA LULUSAN UNIVERSITAS X MENGGUNAKAN <i>CONJOINT ANALYSIS</i> Loren Pratiwi, Y.M Kinley Aritonang	V-74
10	KONTROL KUALITAS TIM VIRTUAL PENGEMBANG PERANGKAT LUNAK Soetam Rizky Wicaksono, Khoirul Hidayat	V-82
11	DETEKSI TEPI CITRA BIDANG KEDOKTERAN DALAM KAWASAN ALIHRAGAM <i>POWERLAW</i> Muhammad Kusban	V-86
12	KNOWLEDGE CONVERSION PROSES SURVEI DAN DESIGN PADA PROYEK TITO (<i>TRADE IN TRADE OFF</i>) DI PT ABC MENGGUNAKAN METODE SECI Erlita Sariningrum, Amelia Kurniawati, Devi Pratami	V-94
13	RANCANG BANGUN PURWARUPA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DENGAN MODEL SIMULASI NONSTATIONARY AND COMPOUND POISSON PROCESS PADA PERENCANAAN SUMBER DAYA USAHA KULINER Arif Rahman, Murti Astuti, Rahmi Yuniarti	V-102

MODEL PERIODIC INVENTORY ROUTING PROBLEM PADA PENJADWALAN PENGIRIMAN LPG (STUDI KASUS: PT. DWI TUNGGAL JAYA MALANG)

Annisa Kesy Garside¹, Elok Solichati², dan Wulan Andriani³

1,3. Staf Pengajar, Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

2. Mahasiswa, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

E-mail: annisa_garside@yahoo.com

Abstrak

PT. Dwi Tunggal Jaya merupakan salah satu agen LPG yang terletak di daerah Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model Periodic Inventory Routing Problem (PIRP) sehingga perusahaan mampu memutuskan dengan tepat kapan, berapa dan rute kunjungan ke masing-masing pangkalan, serta kendaraan yang digunakan untuk pengiriman LPG. Dengan model ini diharapkan total biaya sistem yang meliputi biaya simpan dan transportasi dapat diminimalkan. Langkah penelitian dimulai dengan pengumpulan data dan selanjutnya melakukan pengolahan data berupa klastering pangkalan, penentuan frekuensi dan kombinasi kunjungan serta penentuan kuantitas pengiriman. Langkah berikutnya adalah mengembangkan model Periodic Inventory Routing Problem dengan menentukan parameter, variabel keputusan, fungsi tujuan dan batasan. Dari hasil running model dengan software LINGO pada tiap klaster pangkalan diperoleh keputusan Inventory Control dan Vehicle Routing pada Tiap Pangkalan. Dengan membandingkan kondisi awal, solusi dengan model usulan mampu memberikan penghematan total biaya transportasi dan simpan sebesar 28,71% dan penghematan jarak sebesar 65,56%.

Kata Kunci: inventory routing problem, biaya simpan, biaya transportasi, LPG

PENDAHULUAN

Permasalahan penjadwalan dan persediaan menjadi hal yang sangat berpengaruh dalam proses rantai pasokan dalam perusahaan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk membuat operasi rantai pasok menjadi lebih efisien adalah menggunakan *Vendor Managed Inventory* (VMI). VMI mengacu pada situasi dimana *supplier* memiliki kewenangan dan tanggung jawab untuk mengatur seluruh proses *replenishment* pada konsumen [1]. Pada VMI, *supplier* bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan *inventory replenishment* dan keputusan *vehicle routing* yang dikenal dengan *Inventory Routing Problem* (IRP). IRP merupakan integrasi antara dua komponen yaitu *inventory control* dan *vehicle routing* dimana rute dan kebijakan *inventory control* ditetapkan secara simultan [2]. Dengan menerapkan konsep IRP, terjadi *trade-off* antara biaya transportasi yang ditanggung *supplier* dan biaya penyimpanan oleh *customer* secara simultan sehingga total biaya sistem menjadi lebih minimal.

PT. Dwi Tunggal Jaya adalah salah satu agen LPG (*Liquified Petroleum Gas*) yang melakukan pendistribusian LPG 3 kg untuk daerah Malang. PT. Dwi Tunggal Jaya mendapatkan pasokan LPG dari SPPBE (Stasiun Pusat Pengisian Bahan bakar Elpiji) dan kemudian mengirimkannya ke beberapa pangkalan. Pengiriman LPG ke pangkalan dilakukan berdasarkan order dengan frekuensi lebih dari satu kali dalam satu minggu (kadang-kadang bisa setiap hari) dengan alasan tidak ingin menumpuk persediaan LPG yang dapat meningkatkan biaya penyimpanan dan modal yang tertahan. Hal ini menyebabkan tingginya biaya transportasi yang dikeluarkan oleh PT. Dwi Tunggal Jaya karena frekuensi pengiriman yang terlalu sering. Selain itu, penentuan urutan kunjungan ke pangkalan masih dilakukan secara subyektif sehingga terkadang beberapa pangkalan belum bisa dikunjungi karena kesalahan penjadwalan.

Dari permasalahan tersebut, penerapan VMI merupakan salah satu alternatif solusi yang bisa dijalankan oleh PT. Dwi Tunggal Jaya. Dengan VMI maka perusahaan bertanggung jawab sepenuhnya atas keputusan kapan dan berapa LPG yang akan dikirimkan ke pangkalan serta rute yang harus ditempuh dalam melakukan pengiriman. Oleh karena itu, perlu dikembangkan model *Periodic Inventory Routing Problem* (PIRP) sehingga perusahaan mampu memutuskan dengan tepat kapan,

berapa, dan rute kunjungan ke masing-masing pangkalan, serta kendaraan yang digunakan untuk pengiriman LPG. Dengan implementasi model tersebut diharapkan biaya transportasi yang ditanggung perusahaan dan biaya penyimpanan di pangkalan dapat diminimumkan.

METODE PENELITIAN

1. Pengumpulan Data

Data –data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Alamat dan jumlah permintaan per minggu masing-masing pangkalan;
- Jumlah, jenis dan kapasitas kendaraan yang dimiliki agen;
- *Safety stock* dan biaya simpan LPG di agen serta biaya simpan di tiap pangkalan;
- Jarak dari agen ke pangkalan dan antar pangkalan;
- Biaya transportasi dari agen ke pangkalan dan antar pangkalan.

2. Pengolahan Data

2.1 Klastering Pangkalan

Problem PIRP termasuk *NP-Hard Problem*, dimana waktu komputasi akan bertambah secara eksponensial dengan bertambah banyaknya pangkalan. Dengan mempertimbangkan jumlah pangkalan yang dikunjungi di wilayah Malang sebanyak 64, maka dilakukan pengelompokan pangkalan ke dalam beberapa klaster untuk mereduksi jumlah kombinasi rute dan jadwal kunjungan yang terbentuk sehingga mempermudah pencarian solusi model matematis PIRP. Dalam penelitian ini, klastering berdasarkan kelompok daerah yang sama.

2.2 Penentuan Frekuensi dan Kombinasi Hari Kunjungan

Penentuan frekuensi dan kombinasi hari kunjungan di setiap pangkalan merupakan keputusan yang terkait dengan kapan pemenuhan permintaan harus dilakukan agen. Dalam penelitian ini frekuensi kunjungan ke tiap pangkalan (f_i) ditetapkan sebanyak 1,2, 3 dan 6 kali dalam tiap minggunya dan kombinasi hari kunjungan pada tiap frekuensi ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Alternatif Frekuensi dan Kombinasi Hari Kunjungan

f_i	Kombinasi hari kunjungan
1	{Senin} / {Selasa} / {Rabu} / {Kamis} / {Jumat} / {Sabtu}
2	{Senin,Kamis} atau {Selasa,Jumat} atau {Rabu,Sabtu}
3	{Senin,Rabu,Jumat} atau {Selasa,Kamis,Sabtu}
6	{Senin,Selasa,Rabu,kamis,Jumat,Sabtu}

2.3 Perhitungan Kuantitas Pengiriman di Tiap Pangkalan

Penentuan kuantitas pengiriman merupakan terkait dengan kebijakan *inventory control* yaitu menentukan berapa LPG yang harus dikirim ke masing-masing pangkalan. Dalam penelitian ini, kuantitas produk yang dikirimkan ke tiap pangkalan (q_i) dipengaruhi oleh permintaan di tiap pangkalan (D_i) dan frekuensi kunjungan (f_i).

$$q_i = \frac{D_i}{f_i} \quad (1)$$

2.4 Pengembangan Model Matematis PIRP

Dalam pengembangan model ini, keputusan *inventory control* ke masing-masing pangkalan dalam bentuk kapan dan jumlah pengiriman ke pangkalan dibuat sebagai parameter yang diketahui (bukan variabel keputusan). Sehingga model hanya bertujuan untuk menentukan jumlah persediaan pada akhir periode di agen dan masing-masing pangkalan, rute kunjungan serta jenis kendaraan yang digunakan ke tiap pangkalan. Pengembangan model ini mengacu pada model *Integrated Inventory and Periodic Vehicle Routing Problem with Time Windows* [3] dan *Inventory Routing Problem with Transshipment* [4].

2.5 Pencarian Solusi Model Matematis PIRP dengan LINGO

Berdasarkan model matematis PIRP yang telah dikembangkan, maka model diimplementasikan di tiap kluster pangkalan pada tiap frekuensi kunjungan dengan memasukkan data-data yang sesuai. Selanjutnya model diterjemahkan ke dalam bahasa *Lingo* dan *dirunning* dengan menggunakan *software* LINGO untuk mendapatkan solusi.

2.6 Verifikasi

Uji verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah formulasi model yang dikembangkan sudah memberikan solusi layak atau belum. Model dikatakan layak (*verified*), jika hasil *running software* LINGO menunjukkan tidak ada *error*. Jika LINGO memberikan pesan *error*, maka harus kembali ke formulasi model.

2.7 Penentuan kebijakan Inventory Control pada Tiap Kluster

Dari hasil *running* model pada tiap kluster akan diperoleh 4 solusi yang berbeda berdasarkan frekuensi kunjungan yang ditetapkan pada model tersebut. Selanjutnya akan dipilih frekuensi kunjungan yang memberikan total biaya sistem terkecil sebagai *kebijakan inventory control* yang akan digunakan *kluster*.

3. Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan analisa berdasarkan hasil *running* model pada tiap kluster dan memberikan rekomendasi keputusan *inventory control* dan *vehicle routing* yang sebaiknya digunakan oleh PT. Dwi Tunggal Jaya. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan total biaya sistem awal dan usulan untuk mengetahui besarnya penghematan yang bisa diperoleh.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

PT. Dwi Tunggal Jaya saat ini melakukan pengiriman ke-64 pangkalan di Wilayah Sukun dan Wagir dengan menggunakan 4 kendaraan jenis truck dan 2 jenis pick up. Kapasitas masing-masing truk dapat mengangkut 560 tabung dan pick up dengan kapasitas 150 dan 200 tabung. Dari hasil klasterisasi berdasarkan kesamaan wilayah pangkalan, diperoleh 9 kluster pangkalan yaitu: (1) Bandulan; (2) Sukun; (3 dan 4) Mulyorejo; (5) Tanjung Rejo, Wagir; (6) Jedong, Wagir; (7 dan 8) Sidorahayu, Wagir; dan (9) Parangargo, Wagir. Selanjutnya dengan menggunakan data permintaan di tiap pangkalan maka diperoleh kuantitas pengiriman pada masing-masing frekuensi kunjungan di tiap kluster. **Tabel 2** menunjukkan kuantitas pengiriman di kluster 1.

Tabel 2. Kuantitas Pengiriman ke Masing-Masing Pangkalan di Kluster 1

Kode	Nama Pangkalan	Total Demand per minggu (D_i)	Kuantitas pengiriman (q_i)			
			$f_i = 1$	$f_i = 2$	$f_i = 3$	$f_i = 6$
2	Anwar	180	180	90	60	30
4	Emi	320	320	160	107	53
5	Gaguk	90	90	45	30	15
22	Budi	105	105	53	35	18
24	Gunadi	90	90	45	30	15
27	Jumadi	90	90	45	30	15
28	Ninik N	520	520	260	173	87
29	Rachman	90	90	45	30	15
30	Reni	225	225	113	75	38
31	Risdianto	90	90	45	30	15
32	Roni	90	90	45	30	15
Total		1890	1890	946	630	316

Model *Periodic Inventory Routing Problem* (PIRP) yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah model *integer programming* dengan parameter dan variabel keputusan sebagai berikut:

Parameter model

- I_0 : Himpunan agen dan pangkalan dimana $I_0 = \{0,1,...,n\}$ dengan *vertex* 0 menyatakan agen dan *vertex* 1,...,n menyatakan pangkalan
- I_i : Himpunan pangkalan, dimana $I_i = \{1,...,n\}$
- T : Himpunan dari periode waktu, dimana $T = \{1,2,...,m\}$
- K : Himpunan dari kendaraan yang tersedia di agen
- F : Himpunan frekuensi kunjungan ke pangkalan
- S : Himpunan kombinasi hari kunjungan ke pangkalan
- m : Panjang periode perencanaan (6hari)
- c_{ij} : biaya transportasi dari node i ke node j , dimana $i, j \in I_0$
- h_i : biaya simpan per tabung LPG per hari di setiap pangkalan, dimana $i \in I_i$
- h_o : biaya simpan per tabung LPG per hari di level agen
- λ_i : Demand rate di tiap pangkalan dimana $i \in I_i$
- SS : Safety stock di agen
- C_k : Kapasitas maksimum dari setiap kendaraan jenis ke- k
- r_t : Kuantitas LPG yang dikirim dari SPPBE ke agen pada awal periode ke- t
- q_i : Kuantitas pengiriman ke pangkalan pada setiap kunjungan dimana $i \in I_i$

Variabel keputusan

- I_{it} : Jumlah persediaan akhir di pangkalan ke- i pada hari ke- t , dimana $t \in T$
- I_{0t} : Jumlah persediaan akhir di agen pada hari ke- t
- x_{ijtk} : Bernilai 1 jika kendaraan $k \in K$ mengunjungi *vertex* $j \in I_0$ setelah mengunjungi *vertex* i pada hari $t \in T$ sedangkan 0 sebaliknya
- y_{it} : Bernilai 1 jika *vertex* $i \in I_i$ dikunjungi oleh kendaraan pada hari $t \in T$ dan 0 sebaliknya

Fungsi tujuan model PIRP adalah meminimasi total biaya simpan di agen dan semua pangkalan serta biaya transportasi selama m periode hari dan secara matematis dinyatakan dengan persamaan (2).

$$\text{Minimize : } \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} h_i I_{it} + \sum_{t \in T} h_o I_{0t} + \sum_{i \in I_0} \sum_{j \in I_0} \sum_{t \in T} \sum_{k \in K} c_{ij} x_{ijtk} \quad (2)$$

Dengan fungsi pembatas :

$$\sum_{t \in T} y_{it} = f_i, \quad i \in I_i \quad (3)$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in J} x_{ijtk} - y_{it} = 0, \quad i \in I_i, t \in T \quad (4)$$

$$\sum_{r=t+1}^{t+\frac{m}{f_i}} y_{ir} = 1, \quad t = 0, \dots, \left(m - \frac{m}{f_i}\right), \quad i \in I \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I_0} \sum_{j \in I_0} q_i x_{ijtk} \leq C_k, \quad t \in T; k \in K \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I_0} x_{irtk} - \sum_{j \in I_0} x_{rjtk} = 0, \quad r \in I_0; t \in T; k \in K \quad (7)$$

$$\sum_{j \in I} x_{rjtk} \leq 1, \quad r = 0; t \in T; k \in K \quad (8)$$

$$\sum_{i \in B} \sum_{j \in B} x_{ijtk} \leq |B| - 1, \quad t \in T; k \in K; B \subseteq I; |B| \geq 1 \quad (9)$$

$$I_{0t} = I_{0t-1} + r_t - \sum_{i \in I_i} q_i Y_{it}, \quad t \in T \quad (10)$$

$$I_{0t} \geq \sum_{i \in I_i} q_i Y_{it}, \quad t \in T \quad (11)$$

$$I_{it} = I_{it-1} + q_i Y_{it} - \lambda_i, \quad i \in I_i, t \in T \quad (12)$$

$$I_{it} \geq 0, \quad i \in I_i; t \in T \quad (13)$$

$$I_{it} \geq SS, \quad i \in I_i; t \in T \quad (14)$$

$$x_{ijtk} \in \{0,1\}, i, j \in I_0; t \in T; k \in K \quad (15)$$

$$y_{it} \in \{0,1\}, i \in I_i; t \in T \quad (16)$$

Persamaan (3) menjamin masing masing pangkalan akan dikunjungi sebanyak frekuensi yang ditentukan. Persamaan (4) meyakinkan masing masing pangkalan dikunjungi hanya dalam hari yang mewakili dalam kombinasi hari kunjungan dan frekuensi kunjungan yang telah ditetapkan. Persamaan (5) menjamin masing masing pangkalan dikunjungi pada hari yang sesuai dengan frekuensi yang telah ditentukan. Persamaan (6) menjamin total muatan LPG ke pangkalan tiap kendaraan tidak melebihi kapasitasnya. Persamaan (7) memastikan tiap kendaraan agen akan mengunjungi dan meninggalkan pangkalan pada hari yang sama. Persamaan (8) menjamin masing – masing kendaraan hanya dapat digunakan satu kali dalam satu hari dan akan berangkat dari agen. Pembatas (9) menyatakan *subtour elimination constraint* yang menjamin urutan kunjungan kendaraan ke pangkalan-pangkalan akan membentuk suatu rute tunggal (tidak terpisah-pisah) dalam satu harinya. Pembatas (10) menyatakan fungsi keseimbangan persediaan di agen. Pembatas (11) menjamin tidak pernah terjadi *stockout* di agen. Pembatas (12) menyatakan fungsi keseimbangan persediaan di tiap pangkalan. Pembatas (13) menjamin persediaan di agen lebih dari *safety stock* yang ditentukan. Persamaan (14) menjamin besarnya persediaan tidak pernah negatif sedangkan Persamaan (15) dan (16) menjamin solusi variabel keputusan bernilai biner.

Hasil *running* model PIRP pada tiap klaster dengan frekuensi kunjungan 1, 2, 3 dan 6 dengan menggunakan software LINGO diperoleh frekuensi dan hari kunjungan, kuantitas pengiriman ke pangkalan pada setiap kali kunjungan serta rute yang terpilih pada tiap klaster seperti ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel3. Keputusan *Inventory Control* dan *Vehicle Routing* pada Tiap Pangkalan

Klaster	Frekuensi kunjungan	Qty Pengiriman ke Pangkalan (tabung)	Hari dan Rute Kunjungan	Kendaraan
1	1	ANW = 180	Hari Senin :	Truk 1, rit 1
		EMI = 320	AGN – NNK – AGN	
		GGK = 90	Hari Selasa :	Truk 1, rit 1
		BUD = 105	AGN – RAH – BUD – AGN	
		GUN = 90	Hari Rabu :	Truk 1, rit 1
		JUM = 90	AGN – GUN – REN – JUM – RIS – AGN	
		NNK = 520	Hari Kamis :	Truk 1, rit 2
2	3	RAH = 90	AGN – EMI – RON – GGK – AGN	
		REN = 225	Hari Jumat :	Truk 1, rit 2
		RIS = 90	AGN – ANW – AGN	
		RON = 90		
		ALKN = 140	Hari Senin :	Pick up 1, rit 1
		WADK = 100	AGN – NENI – WADK – MIS – RDWN – NSR – KBL – NING – ALKN – MUL – AGN	
		NING = 107	Hari Rabu :	Pick up 1, rit 1
2	3	KBL = 30	AGN – NENI – WADK – MIS – RDWN – NSR – KBL – NING – ALKN – MUL – AGN	
		MIS = 30	Hari Jumat :	Pick up 1, rit 1
		MUL = 85	AGN – NENI – WADK – MIS – RDWN – NSR – KBL – NING – ALKN – MUL – AGN	
		NSR = 105		
		NENI = 30		
		RDWN = 30		

Klaster	Frekuensi kunjungan	Qty Pengiriman ke Pangkalan (tabung)	Hari dan Rute Kunjungan	Kendaraan
3	1	AGU = 90 SHW = 165 SJK = 90	Hari Sabtu : AGN –AGU - SHW – SJK - AGN	Pick up 1, rit 1
4	3	MRDWN = 35 SRT = 35 SHT = 100 YDI = 35 WJN = 30 JNO = 70	Hari Senin : AGN – WJN – MRDWN- YDI – JNO-AGN Hari Selasa: AGN – SRT – SHT -AGN Hari Rabu : AGN – WJN – MRDWN- YDI – JNO-AGN Hari Kamis: AGN – SRT – SHT -AGN Hari Jumat : AGN – WJN – MRDWN- YDI – JNO-AGN Hari Sabtu: AGN – SRT – SHT -AGN	Pick up 2, rit 1 Pick up 2, rit 1 Pick up 2, rit 1 Pick up 2, rit 1 Pick up 2, rit 1 Pick up 2, rit 1
5	3	BBM = 30 ERN = 32 HJU = 35 ISC = 40	Hari Senin: AGN – BBM – ERN – ISC – HJU – AGN Hari Rabu: AGN – BBM – ERN – ISC – HJU – AGN Hari Jumat: AGN – BBM – ERN – ISC – HJU – AGN	Pick up 1, rit 2 Pick up 1, rit 2 Pick up 1, rit 2
6	3	WSO = 100 WNS = 35 SNW = 30 WDI = 107 BND = 35 SLS = 65 WRS = 75FRD =113	Hari Senin : AGN – WSO – WNS –SNW – AGN Hari Selasa : AGN – WDI – BND – SLS –AGN AGN – WRS –FRD -AGN Hari Rabu : AGN – WSO – WNS –SNW – AGN HariKamis : AGN – WDI – BND – SLS –AGN AGN – WRS –FRD –AGN Hari Jumat: AGN – WSO – WNS –SNW – AGN Hari Sabtu : AGN – WDI – BND – SLS –AGN AGN – WRS –FRD -AGN	Pick up 2, rit 2 Pick up 2, rit 1 Pick up 2, rit 1 Pick up 2, rit 2 Pick up 2, rit 2 Pick up 2, rit 3 Pick up 2, rit 1 Pick up 2, rit 2 Pick up 2, rit 3
7	2	JND = 500 HERU = 150 JRK = 60 SFL = 45 MYN = 60 IMM =113	Hari Senin: AGN – JND - AGN Hari Selasa : AGN – HERU – JRK – SFL – MYN – IMM - AGN Hari Kamis : AGN – JNK – AGN Hari Jumat: AGN – HERU – IMM – MYN – SFL – JRK – AGN	Truk 1, rit 2 Truk 1, rit 2 Truk 1, rit 1 Truk 1, rit 1

Klaster	Frekuensi kunjungan	Qty Pengiriman ke Pangkalan (tabung)	Hari dan Rute Kunjungan	Kendaraan
8	1	TPK = 210	Hariselasa :	Truk 2, rit 2
		NTM = 300	AGN – TPK – NTM – AGN	
		SMS = 210	Harikamis :	Truk 2, rit 2
		SRY = 320	AGN – SMS – SRY – AGN	
		SLW = 340	Harijumat :	Truk 2, rit 2
		SML = 210	AGN – SLW – SML – AGN	
		PDR = 225	Harisabtu :	Truk 2, rit 1
			AGN – PDR – AGN	
9	1	NHB = 320	Hari 1 :	Truk 2, rit 1
		PRA = 212	AGN – NHB - PRA – AGN	
		ALI = 90	Hari 2 :	Truk 2, rit 1
		WWN = 180	AGN – ALI – WWN – PJI – AGN	
		PJI = 280	Hari 3:	Truk 2, rit 1
		SPR = 360	AGN – SPR- RIN – AGN	
		RIN = 160	Hari 4 :	Truk 2, rit 1
		JFR = 340	AGN – JFR – AGN	
		BND = 240	Hari 5:	Truk 2, rit 1
		DWI = 300	AGN – BND – DWI – AGN	

Dari **Tabel 3** dapat dilihat beberapa klaster pangkalan harus ada yang dikunjungi seminggu sekali yaitu klaster 1, 3, 8 dan 9. Klaster 2, 4, 5, 6 dikunjungi sebanyak 3 kali dalam 1 minggu dan klaster 7 harus dikunjungi 2 kali. **Tabel 3** memberikan keputusan *inventory control* bagi PT. Dwi Tunggal Jaya terkait dengan *replenishment* ke masing-masing pangkalan. Sebagai contoh pada klaster 2, pangkalan Neni yang memiliki permintaan 90 tabung/minggu harus dikunjungi pada hari Senin, Rabu dan Jumat dengan pengiriman sebanyak 30 tabung LPG/kunjungan. Selain itu, keputusan lain yang bisa diperoleh adalah kendaraan yang digunakan dan rutenya. Pada hari Senin di klaster 2, Pangkalan Neni akan dikunjungi dengan menggunakan pick up 1 (pick up dengan kapasitas 150 tabung) dengan urutan kunjungan kendaraan tersebut adalah Agen - NENI – WADK – MIS – RDWN – NSR – KBL – NING – ALKN – MUL – Agen.

Berdasarkan solusi model dari *software* LINGO yang menghasilkan total biaya sistem (biaya transportasi ditambah dengan biaya simpan pada pangkalan dan agen) yang terkecil maka selanjutnya dilakukan perbandingan dengan total biaya sistem dengan metode awal perusahaan. Selain itu juga dilakukan perbandingan total jarak yang harus ditempuh ke semua pangkalan dalam satu minggu.

Tabel 4.Perbandingan Total Biaya dan Jarak antara Metode Awal dan Usulan

Perbandingan	Jarak Tempuh (km/minggu)	Total Biaya (Rp/minggu)
Awal	897,6	1.244.608
Metode usulan	309,1	887.303
Penghematan	588,5 (65,56%)	357.305 (28,71%)

Dari **Tabel 4**, dengan menggunakan model PIRP usulan untuk menentukan keputusan *inventory control* dan *vehicle routing* diperoleh penghematan biaya transportasi dan simpan sebesar Rp.357.305/minggu atau 28,71%. Selain itu diperoleh juga penghematan jarak sebesar 65,56% dibanding metode awal perusahaan. Hal ini menunjukkan metode perusahaan yang digunakan saat ini kurang efektif meskipun sudah mempertimbangkan kapasitas kendaraan yang maksimal namun berdampak pada jarak tempuh pada masing-masing rutenya menjadi panjang.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengembangkan model matematika untuk menentukan kebijakan *inventory control* dan *vehicle routing* secara simultan sehingga perusahaan mampu memutuskan dengan tepat kapan, berapa, rute kunjungan, dan kendaraan yang digunakan untuk pengiriman LPG ke masing-masing pangkalan. Dari hasil running model *Periodic Inventory Routing Problem* (PIRP) pada setiap klaster pangkalan diperoleh solusi dengan model usulan mampu memberikan penghematan total biaya transportasi dan simpan sebesar 28,71% dan penghematan jarak sebesar 65,56%. Sehingga pengembangan model ini selanjutnya dapat diimplementasikan oleh agen dalam hal ini PT. Dwi Tunggal Jaya jika perusahaan memutuskan untuk menerapkan *Vendor Managed Inventory* untuk mengatasi permasalahan yang dihadapinya.

REFERENSI

- [1]. Kaipia, R.Holmström, J. and Tanskanen, K. (2002)VMI: What are you losing if you let your customer place order?, *Production Planning and Control*, 13(1), 17-25
- [2]. Savelsberg, M. and Song J.H. (2008) An Optimization Algorithm for the Inventory Routing with Continuous Moves. *European Journal of Operational Research*, 35 (7)
- [3]. Rusdiansyah, A. and Tsao, D. (2005) An Integrated Model of the Periodic Delivery Problems for Vending Machine Supply Chain. *Journal of Food Engineering*, 70, 421 - 434
- [4]. Coelho L.C., Cordeau J.F. and Laporte, G. (2011) The Inventory Routing Problem with Transshipment. *Technical Report*, 2011-21, CIRRELT, Montreal, Canada.