



SNAST 2012

SERTIFIKAT

diberikan kepada

Dian Retno Sari Dewi, S.T., M.T

sebagai

Pemakalah

pada

**SEMINAR NASIONAL APLIKASI SAINS & TEKNOLOGI 2012
SNAST 2012**

dengan tema

**Peningkatan Peran Sains & Teknologi dalam Membentuk
Karakter Bangsa yang Mandiri**

Yogyakarta, 03 Nopember 2012



IST AKPRIND

**INSTITUT SAINS & TEKNOLOGI AKPRIND
YOGYAKARTA
Rektor**



[Handwritten Signature]

**Ir. Sudarsono, MT
NIK : 88.0255.359 E**



**PANITIA SEMINAR NASIONAL
APLIKASI SAINS & TEKNOLOGI
Ketua Umum**

[Handwritten Signature]

**Hadi Prasetyo Suseno, ST., M.Si
NIK : 83.1058.207. E**

PROSIDING

A

SEMINAR NASIONAL APLIKASI SAINS &
TEKNOLOGI (SNAST) 2012

Yogyakarta, 3 November 2012

Diselenggarakan oleh:
INSTITUT SAINS & TEKNOLOGI AKPRIND
YOGYAKARTA

ORGANISASI

Pelindung	Rektor Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Penasehat	Pembantu Rektor I Pembantu Rektor II Pembantu Rektor III
Penanggung Jawab	Drs. Yudi Setyawan, M.S, M.Sc
Ketua Umum	Hadi Prasetyo Suseno, S.T, M.Si
Komite Pelaksana	Dra. Harmastuti, M. Kom M. Andang Novianta, S.T, M.T Arie Noor Rakhman, S.T, M.T Drs. Ign. Suraya, M.Cs Rizqi Fitri Naryanto, S.T, M.Eng Dra. Dwi Setyowati, M.T Dra. Yuli Pratiwi, M.Si Eny Rahayu Handayani, B.Sc Uning Lestari, ST, M.Kom Emy Setyaningsih, S.Si,M.Kom Ir. Dwi Indah Purnamawati, M.Si Ir. Risma Adelina Simanjuntak, M.T Anak Agung Putu S, S.T, M.Tech Ir. Muhammad Suyanto, M.T Catur Iswahyudi, S.Kom, S.E, M.Cs Rochmad Haryanto, S.Kom Dra. Sri Sunarsih, M.Si Ir. Murni Yuniwati, M.T Sri Hastutiningrum, S.T, M.Si Syafriyudin, S.T, M.T Kris Suryowati, S.Si,M.Si Ir. Joko Susetyo, MT C. Indri Parwati, S.T,M.T Muhammad Sholeh, S.T, M.T Hadi Saputro, S.T, M.T Evy Susana Raj. Retno Isnewayanti, SIP Ir. Prastyono Eko Pambudi, MT Bambang Kusmartono, ST, MT Ir. Hari Wibowo, MT Purnawan, S.T, M.Eng Dra. Nuniek Herawati, M.Kom Dra. Noeryanti, M.Si Ikeu Daryanti Erfanti Fatkhiyah, S.T, M.Cs Feriyanto Mohi, S.Kom Arham Arifudin, S.Kom Suwanto Raharjo, S.Si, M.Kom Tedi Kurniawan, S.Kom Ir. Adi Purwanto, M.T Dra. Arifah Budhyati, MZ Dra. Uminingsih, M.Kom Ir. M. Yusuf, MT
Reviewer	Prof. Dr. Ir. Adi Susanto Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi Sudarsono Prof. Dr. Ir. Indarto Prof. H.S. Djalal Tandjung, M.Sc, Ph.D Prof. H. Subanar, Ph.D Prof. Ir. Sukandarrumidi, M.Sc, Ph.D Ir. Ganjar Andaka, Ph.D Dr. Ir. Amir Hamzah, MT Dr. Ir. Titin Isna Oesman, MM Dr. Sri Mulyaningsih, ST, MT

Sekretariat:

Fakultas Sains Terapan, IST AKPRIND Yogyakarta
Jl. Bima Sakti No. 3 Pengok Yogyakarta
Telp. 0274 544504 ext 16, Fax. 0274 563827
Website: www.snast.akprind.ac.id
Email : snast2012@akprind.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada hari ini, tanggal 3 Nopember 2012 kita dapat berkumpul dan berpartisipasi mengikuti Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2012 dengan tema “ *Peningkatan Peran Sains dan Teknologi dalam Membentuk Karakter Bangsa yang Mandiri* ” di kampus Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Seminar ini merupakan agenda Institut dua tahunan sebagai wujud kampus dalam kiprahnya mengembangkan dan mengaplikasikan hasil-hasil penelitian sains dan teknologi. Penyelenggaraan kegiatan SNAST tahun 2012 adalah kelanjutan dari kegiatan SNAST 2008 dan SNAST 2010, yang bertujuan bagaimana Peran Sains dan Teknologi dalam Membentuk Karakter Bangsa yang Mandiri.

Di era globalisasi ini, interaksi antar bangsa dari seluruh penjuru dunia semakin intensif, sehingga menimbulkan dampak baik yang bersifat positif maupun negatif. Dalam menangkal pengaruh negatif dari globalisasi diperlukan sikap mental yang kuat yang akan tercermin melalui karakter suatu bangsa. Meskipun banyak faktor yang mempengaruhi pembentukan karakter, namun kita yakini bahwa pendidikan merupakan aspek terpenting dalam pembentukan karakter suatu bangsa. Sebagai suatu institusi yang bergerak dalam bidang pendidikan, IST AKPRIND ikut bertanggung jawab untuk berkontribusi dalam pembentukan karakter bangsa yang kuat dan mandiri, melalui pengembangan dan penyebaran sains dan teknologi kepada masyarakat.

Seminar ini diikuti oleh 117 makalah yang layak diterbitkan kedalam Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi 2012 (ISSN1979-911X). Makalah-makalah tersebut terbagi dalam 8 bidang yang meliputi : bidang teknologi kimia, industri, Permesinan dan otomotif, elektronika, informasi dan komputer, matematika dan statistika, pengelolaan dan lingkungan serta kebumihan. Harapan kami, semoga seminar ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, dan dapat menghasilkan pemikiran yang dapat disumbangkan secara nyata demi kemajuan pendidikan dan bangsa.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat Bapak H.Herry Zudianto,SE.Akt.MM dan Bapak Prof.S.Djalal Tanjung,M.Sc,Ph.D. sebagai pembicara seminar ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya juga panitia sampaikan kepada tim reviewer, tim editor, pemakalah dan peserta seminar, semua panitia dan pimpinan Instiut, serta semua pihak yang turut serta berpartisipasi aktif dalam penyelenggaraan seminar ini.

Panitia telah berusaha semaksimal mungkin untuk dapat menyelenggarakan acara seminar ini dengan sebaik-baiknya, namun kami menyadari masih banyak kekurangan dan jauh dari memuaskan. Untuk itu, kami memohon maaf atas segala kekurangan tersebut, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi perbaikan penyelenggaraan Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi periode ke-4 tahun 2014 mendatang.

Yogyakarta, 3 Nopember 2012
Ketua Pelaksana

Hadi Prasetyo Suseno,ST,M.Si.

**SAMBUTAN REKTOR
INSTITUT SAINS & TEKNOLOGI AKPRIND YOGYAKARTA**

Bismillahirrahmanirrahim.

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Selamat Pagi dan Salam Sejahtera.

Yang terhormat Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta, atau yang mewakili,
Yang terhormat Bapak Koordinator Kopertis Wilayah V DIY, atau yang mewakili,
Yang terhormat Bapak Ketua APTISI Daerah Istimewa Yogyakarta, atau yang mewakili,
Yang terhormat Pengurus Pleno Yayasan Pembina Potensi Pembangunan,
Yang terhormat Keynote Speaker, Invited Speaker, peserta seminar dan Tamu Undangan,

Yang saya hormati segenap Pejabat dan dosen di lingkungan IST AKPRIND Yogyakarta, serta
Para Pengurus Lembaga Kemahasiswaan di lingkungan IST AKPRIND Yogyakarta dan para mahasiswa yang saya banggakan.

Puji dan syukur mari kita panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa, karena hanya atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya yang tiada terhingga, hari ini kita dapat hadir bersama-sama untuk mengikuti seminar nasional di Auditorium Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Hadirin yang saya hormati.

Sains dan Teknologi bagaikan sisi mata uang yang tidak dapat dipisahkan, majunya suatu negara merupakan wujud nyata dari perkembangan sains dan teknologi. Sains dan Teknologi tidak akan berdayaguna jika tidak dilakukan pengkajian secara mendalam melalui suatu penelitian. Para insan ilmiah dari berbagai Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian lainnya telah banyak melakukan penelitian tentang itu, namun aplikasi hasilnya masih dalam jumlah terbatas.

Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) merupakan event dua tahunan yang diselenggarakan oleh Institut Sains & Teknologi AKPRIND (IST AKPRIND) Yogyakarta dengan tujuan untuk mendiseminasikan pengetahuan sains dan teknologi, serta hasil karya ilmiah agar tercipta komunikasi antar masyarakat akademisi, praktisi industri, perencana, dan peneliti yang mengangkat persoalan-persoalan nyata di bidang sains dan teknologi, baik dari segi aplikasi, perkembangan, pengaruh serta penanggulungannya.

Para peserta seminar dan tamu undangan yang berbahagia.

Dampak globalisasi informasi, teknologi dan perdagangan telah mempengaruhi peradaban bangsa-bangsa di negara-negara berkembang termasuk bangsa Indonesia. Masyarakat seolah kehilangan pegangan dan kendali terbawa arus skenario modernisasi peradaban kebebasan ala budaya barat yang mengarah kepada sistem masyarakat dunia yang terkendali untuk kepentingan negara besar dan kuat. Oleh sebab itu diperlukan upaya kembali mendalami jatidiri untuk selanjutnya dikembangkan sebagai identitas nasional di atas landasan watak bangsa dengan falsafah Pancasila.

Gerakan Nasional Pendidikan Karakter diharapkan mampu menciptakan manusia Indonesia yang unggul dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Pendidikan karakter yang ditanamkan sejak dini akan berdampak positif pada tahun-tahun mendatang, dengan muncul dan lahirnya manusia Indonesia yang unggul. Pendidikan harus menghasilkan manusia yang secara keilmuan tinggi namun dengan moralitas dan mentalitas yang tinggi pula. Sebuah generasi yang diharapkan dapat menjadi tulang punggung bagi Republik Indonesia di masa yang akan datang. Dengan demikian, Indonesia bisa mengejar ketertinggalannya.

Hadirin yang saya muliakan.

Saat ini dunia bergerak cepat menuju terbentuknya masyarakat berbasis sains (*science-based society*), kegiatan bisnis berbasis ilmu pengetahuan (*knowledge-based business enterprises*), dan terwujudnya suatu budaya baru berlandaskan Ipteks. Oleh karena itu, membangun masyarakat berbasis

pengetahuan (*knowledge-based society*) sangat diperlukan dalam mendorong terciptanya kemampuan teknologi suatu bangsa.

Sekarang kita sedang menuju ke arah dunia yang dinamis, yang ditandai oleh “*brainpower industries and synthesized comparative advantage*”. Unsur yang sangat menentukan daya saing adalah kualitas sumber daya manusia (SDM) serta ilmu pengetahuan (IPTEK). Oleh karena itu, kedua hal itu harus diberikan prioritas yang tinggi. SDM yang berkualitas adalah yang bersikap maju dan berpikiran modern, yang produktif dan profesional. Pada SDM yang demikian itulah kita membangun IPTEK karena kemampuan IPTEK bukan hanya tercermin dari peralatan yang dimiliki, melainkan kemampuan kreatif dan inovatif dari manusianya.

Tantangan bagi bangsa Indonesia adalah untuk dapat terlibat dalam pergaulan antar bangsa-bangsa, menggali peluang-peluang dari interaksi tersebut dan memanfaatkannya untuk perbaikan dan pembaruan pada skala lokal, nasional dan global sekaligus. Oleh sebab itu, pembangunan karakter bangsa menjadi makin relevan. Pembangunan karakter bangsa diperlukan untuk menghasilkan peradaban dan kebudayaan Indonesia yang unik, dan dapat menjadi daya tarik bagi bangsa-bangsa lain untuk berinteraksi dengan bangsa Indonesia. Untuk mencapai tujuan ini, pembangunan karakter bangsa harus ditempatkan dalam arena interaksi global atas dasar prinsip kesetaraan antar bangsa-bangsa dan prinsip percaya diri.

Institut Sains & Teknologi AKPRIND sebagai perguruan tinggi bidang sains & teknologi memiliki peran dan posisi yang strategis, antara lain dalam menyebarluaskan informasi hasil-hasil penelitian melalui berbagai media, yang tujuan akhirnya dapat diketahui oleh semua pihak dan dengan harapan dapat meningkatkan daya guna atau penggunaan hasil-hasil penelitian.

Upaya untuk membangun daya saing dan kemandirian sains dan teknologi bangsa memerlukan peran aktif semua pihak, baik pemerintah, dunia usaha, akademisi, maupun masyarakat secara umum. Melalui seminar ini diharapkan pula dapat dijalin kerjasama yang sinergis antara Perguruan Tinggi dengan industri serta pemerintah untuk meningkatkan pemanfaatan hasil penelitian yang dilaksanakan di Perguruan Tinggi dalam rangka membentuk karakter bangsa yang mandiri.

Atas dasar uraian di atas, Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) yang ketiga tahun 2012 mengambil tema “**Peningkatan Peran Sains dan Teknologi dalam Membentuk Karakter Bangsa yang Mandiri**”.

Sebagai penutup sambutan saya,

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada keynote speaker atas kesediaannya sebagai pembicara dalam seminar ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada para panelis, Prof. S. Djalal Tandjung, Msc. Ph.D dan H. Herry Zudianto, Se. Akt. MM atas kesediaan menjadi panelis dalam seminar ini.

Kepada seluruh panitia yang terlibat, saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus atas dedikasi, profesionalisme, loyalitas dan kerja keras dalam mempersiapkan acara ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh pihak dan sponsor yang telah membantu sehingga acara ini dapat terselenggara dengan baik.

Kepada seluruh hadirin dan tamu undangan, saya ucapkan selamat mengikuti seminar. Semoga kita dapat mengambil manfaat dan ilmu dari kegiatan ini.

Sekian, terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 3 Nopember 2012

Rektor,



Ir. Sudarsono, MT

NIK. 88 0255 359 E

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Susunan Organisasi	ii
Kata Pengantar	iii
Sambutan Rektor IST AKPRIND	iv
Daftar Isi	vi

BIDANG TEKNIK INDUSTRI

1	Analisis Strategi Mitigasi Risiko Pada Supply Chain PT. PAL Indonesia (Persero) <i>Ari Fendri Evi Yuliawati, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya</i>	A-1
2	Perencanaan Kapasitas Waktu Produksi Dengan Menggunakan Metode Rough Cut Capacity Planning (RCCP) Pada Produk "Bale Cover" (Studi Kasus Di PT.Wiharta Karya Agung Gresik). <i>Budi Santoso, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur</i>	A-10
3	Pengendalian Kualitas Produk Cacat Dengan Pendekatan Kaizen Dan Analisis Masalah Dengan Seven Tools. <i>Cyrilla Indri Parwati, Rian Mandar Sakti, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta</i>	A-16
4	Perbaikan Tata Letak Pabrik Dengan Metode Clustering (Studi Kasus : PT.SBS) <i>Dian Retno Sari Dewi, Yohanes Agus Prianto, Julius Mulyono, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya</i>	A-25
5	Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Pengelompokan Fasilitas Dan LMIP 4 (Studi Kasus: PT. Sumber Makmur) <i>Dini Endah Setyo Rahaju, Dian Retno Sari Dewi, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya</i>	A-36
6	Perencanaan Pemeliharaan Mesin Dengan Menggunakan Metode <i>Markov Chain</i> Untuk Mengurangi Biaya Pemeliharaan Di PT. Philips Indonesia <i>Endang Pudji, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur</i>	A-45
7	Pengambilan Keputusan Alternatif Elemen Faktor Tenaga Kerja Guna Meningkatkan Produktivitas Kerja Dengan Swot Dan <i>Analitycal Hierarchy Process</i> <i>Endang Widuri Asih, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta</i>	A-55
8	Pemanfaatan Energi Surya Dengan Efek Rumah Kaca Dalam Perancangan Sistem Pengering Kerupuk Dan Ikan Di Daerah Kenjeran <i>Hadi Santosa, Yuliati, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya</i>	A-61
9	Penentuan Reliabilitas Sistem Dan Peluang Sukses Mesin Pada Jenis Sistem Produksi <i>Flow Shop</i> <i>Imam Sodikin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta</i>	A-67
10	Pengaruh Beban Kerja Mental Dengan Menggunakan Metode <i>Nasa-Task Load Index (TLX)</i> Terhadap Stres Kerja <i>Joko Susetyo, Risma A. Simanjuntak, Roki C. Wibisono, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta</i>	A-75

- 11 Optimalisasi Pewarnaan Logam Tembaga Dengan Amonium Sulphide A-83
*Lies Susilaning, Dwi Suheryanto, Peneliti pada Balai Besar Kerajinan dan Batik,
Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri Yogyakarta*
- 12 Penelitian Teknologi Pembatikan Pada Tenun Sabut Kelapa A-88
*Lies Susilaning Sri Hastuti, Peneliti pada Balai Besar Kerajinan dan Batik, Badan
Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri Yogyakarta*
- 13 Pengaruh Waktu Perendaman Bambu Dan Penggunaan Borak-Borik Terhadap A-94
Tingkat Keawetan Bambu
*Lies Susilaning, Dwi Suheryanto, Peneliti pada Balai Besar Kerajinan dan Batik,
Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri Yogyakarta*
- 14 Analisis Lokasi Cabang Terbaik Menggunakan Metode *Analytic Hierarchy* A-102
Process
Muhammad Yusuf, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- Penerapan Metode *Fixed Order Interval* Atau *Fixed Order Quantity* A-109
15 Dalam Pengendalian Persediaan
Nisa Masruroh, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
- 16 Analisis Kualitas Pelayanan Jasa Dengan Metode *Six Sigma* A-115
Pada Hotel Malioboro Inn Yogyakarta
Petrus Wisnubroto, Theo Anggoro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 17 Perancangan Kemasan Obat Tradisional Menggunakan Metode *Quality Function* A-129
Deployment (QFD)
*Raysha Fatima, Rahmadiyah D.A., Ilham Priadythama, Universitas Sebelas Maret
Surakarta*
- 18 Penilaian Faktor-Faktor Resiko Pada Saat Melakakukan Pekerjaan Dengan Metode A-136
Manual Tasks Risk Assessment
Risma Adelina Simanjuntak, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 19 Penerapan Fuzzy Multi Objective Linear Programming Pada Perencanaan Agregat A-144
Produksi
Sartin, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
- 20 Pemanfaatan *Decision Support System* Guna Menentukan Kombinasi Prodek A-157
Dengan Pendekatan Model *Linier Programming* Untuk Mengoptimalkan *Profit*
Pada UD Restu Jl Brebah, Desa Baturetno, Kecamatan Banguntapan, Bantul
Sidarto, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 21 Pengukuran Performansi Supply Chain Perusahaan Dengan Pendekatan Supply A-164
Chain Operation Reference (SCOR) (Studi Kasus : PT.Maduraguano Industri –
Kamal Madura)
Sumiati,, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
- 22 *Active Learning* Peningkatan Kemampuan Daya Serap Pengetahuan Wirausaha A-172
Mahasiswa
Suranto, Universitas Muhammadiyah Surakarta

- 23 Usulan Perbaikan Terhadap Aktivitas Penurunan Pasir Di Depo Pasir Makmur Menggunakan Pendekatan Postur Kerja Dan Assessment Terhadap Fisiologi Kerja (Studi Kasus: Depo Pasir Makmur, Surakarta). A-176
Taufiq Rochman , Rahmaniayah Dwi Astuti', Miftahudin , Universitas Sebelas Maret
- 24 Pengukuran Kinerja Perusahaan Dengan Metode *Integrated Performance Measurement Systems* (IPMS) A-185
Winarni, Cahyo Purnomo , Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 25 Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja Perusahaan Dengan Metode *Performance Prism* A-195
Winarni, Paulo, Titin Isna Oesman, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 26 Peningkatan Kualitas Layanan Menggunakan Metode *Quality Functiondeployment* Dan *Service Blueprint* A-203
Yuliastuti Ramadhani, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 27 Kajian Kecacatan Produk Baut Dengan Menggunakan Pendekatan Dmaic Di PT. Unison Surabaya A-209
Yustina Ngatilah, Lukman Hakim', Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Surabaya

BIDANG TEKNIK KIMIA

- 1 Klasifikasi Padatan Menggunakan Aliran Fluida A-215
Adullah Kuntaarsa, Priyo Waspodo Us, Christine Charismawaty, UPN "Veteran" Yogyakarta
- 2 Sintesis Dan Karakterisasi Monetite Ukuran Nano Secara Elektrokimia A-226
Adrian Nur, Arief Jumari, Heru Setyawan, Universitas Sebelas Maret Surakarta
- 3 Evaluasi Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Water Sorption Lembaran Plastik Dari Kitosan A-233
Ani Purwanti , Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 4 Pembuatan Susu Dari Kulit Pisang Dan Kacang Hijau A-241
Bambang Kusmartono, Merita Ika Wijayati , Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 5 Hidrolisis Sampah Organik Kota Samarinda (Kulit Buah Dan Sayuran) Menjadi Gula Reduksi Sebagai Bahan Baku Produksi Bahan Bakar Nabati Generasi Kedua A-246
Dedy Irawan, Zainal Arifin, Politeknik Negeri Samarinda
- 6 Pembuatan Gelatin Dari Tulang Ayam Boiler Dengan Proses Hidrolisa A-250
Dyah Tri Retno , Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
- 7 Optimasi Kondisi Proses Ekstraksi Zat Pewarna Dalam Daun Suji Dengan Pelarut Etanol A-257
Murni Yuniwati, Ari Wijaya Kusuma, Fajar Yunanto, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
- 8 Adsorpsi Zat Warna Dan Zat Padat Tersuspensi Dalam Limbah Cair Baik A-263
Sumarni, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

BIDANG TEKNIK LINGKUNGAN

- 1 Pengurangan Chemical Oxygen Demand (Cod) Dan Krom Dalam Air Limbah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Abu Terbang Bagas
Hadi Prasetyo Suseno, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-270
- 2 Analisis Kuat Tekan Dan Pelindian Pada Pemanfaatan Limbah Slag Daur Ulang Aki Bekas Sebagai Bahan Substitusi Material Pasir Semen
Purnawan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-279
- 3 Pemanfaatan Slaj (Sludge) Rumah Sakit Sebagai Alternatif Pencampur Pembuatan Batu Bata Merah
Sri Hastutiningrum, Hadi Prasetyo Suseno, Yonatan Umbu Djongu , Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-284
- 4 Pengaruh Suhu, Waktu Dan Kadar Air Pada Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Padat Pati Aren (Studi Kasus Pada Sentra Industri Sohun Dukuh Bendo, Daleman, Tulung, Klaten)
Sri Sunarsih , Yuli Pratiwi ,Yordanesa Sunarto, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-290
- 5 Uji Toksisitas Limbah Cair Laundrysebelum Dan Sesudah Diolah Dengan Tawas Dan Karbon Aktif Terhadap Bioindikator (*Cyprinus carpio L*)
Yuli Pratiwi, Sri Sunarsih,Winda Febria Windi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-298

BIDANG TEKNIK MESIN

- 1 Pengaruh PWHT Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Tak Sejenis *Austenitic Stainless Steel* Dan Baja Karbon
Agus Duniawan, Mochammad Noer Ilman , Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-307
- 2 Pengaruh Konsentrasi Elektrolit Dan Waktu Anodisasi Terhadap Ketahanan Aus Dan Kekerasan Pada Lapisan Oksida Paduan Aluminium Adc12
Bambang Wahyu Sidharta, R. Soekrisno, Priyo Tri Iswanto' , Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta A-312
- 3 *Reverse Engineering* Sebagai Basis Desain Pengembangan Mobil Mini Truk Esemka
Bambang Waluyo Febriantoko, Universitas Muhammadiyah Surakarta A-318
- 4 Pengaruh *Feed Rate* Terhadap Sifat Mekanik Pada *Friction Stir Welding* Aluminium
Jarot Wijayanto, Politeknik Negeri Banjarmasin A-325
- 5 Pengaruh Tebal Pelat Baja Karbon Rendah Lama Penekanan Dan Tegangan Listrik Pada Pengelasan Titik Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis
Joko Waluyo, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-332
- 6 Pengaruh Penggunaan Campuran Top One Octane Booster Dengan Premium Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin 4 Tak
Khairul Muhajir, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-339
- 7 Analisa Laju Korosi Duplex Ss Aws 2205 Dengan Metode *Weight Loss*
Minto Basuki, Abdul Aris Wacana Putra, Dzikri Hidayat, Institut Teknologi Adhi Tama A-344

Surabaya

- 8 Studi Komparasi Kualitas Hasil Pengelasan Paduan Aluminium Dengan *Spot Welding* Konvensional Dan Penambahan Gas Argon
Muhamad Alfatih Hendrawan, Universitas Muhammadiyah Surakarta A-355
- 9 Pengaruh Waktu Elektroplating Nikel-Chrom Terhadap Kekerasan Baja Stainless Steel Aisi 304
Nani Mulyaningsih, Priyo Tri Iswanto, Soekrisno, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta A-380
- 10 Pengembangan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serat Bambu, *Fiber Glass*, Serbuk Aluminium Dengan Pengikat Resin Polyester Terhadap Ketahanan Aus Dan Karakteristik Pengeremannya
Pramuko Ilmu Purboputro, Universitas Muhammadiyah Surakarta A-367
- 11 Pengaruh Konsentrasi Larutan Dan Waktu Pelapisan Nikel Pada Aluminium Terhadap Kekerasan
Reny Afriany, Kusmono, R. Soekrisno, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta A-374
- 12 Kajian Sifat Mekanik Material Komposit Propeler Kincir Angin Standard Naca 4415 Modifikasi
Sudarsono, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta A-379
- 13 Komparasi Kinerja Sistem *Air Conditioning (AC)* Dengan *Refrigeran Propan Isobutan* Dan *Freon R-12* Pada Mobil
Sunaryo, Aji Pranoto, Universitas Sains Al-Quran Jawa Tengah A-488
- 14 Karakterisasi Briket Dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon Dengan Metode Cetak Panas
Danang Dwi Saputro, Widi Widayat, Rusiyanto, Harwin Saptoadi, Fauzun, Universitas Negeri Semarang A-394

PERBAIKAN TATA LETAK PABRIK DENGAN METODE CLUSTERING (Studi Kasus : PT.SBS)

Dian Retno Sari Dewi, Yohanes Agus Prianto, Julius Mulyono

Teknik Industri, Universitas Widya Mandala Surabaya
Email : dianretnosd@yahoo.com

ABSTRAK

Tata letak pabrik adalah pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik yang berhubungan dengan proses produksi, seperti mesin produksi, mesin perakitan. Tata letak pabrik yang baik memiliki perpindahan material yang sedikit, dimana perpindahan material yang sedikit akan mengurangi biaya perpindahan maupun waktu proses produksi. Perpindahan material yang sedikit diperlukan perancangan tata letak pabrik yang baik, salah satunya adalah metode heuristik Pengelompokan berdasarkan Alur Produksi. Tempat penelitian dilakukan pada PT. Sepanjang Baut Sejahtera (SBS), sebuah industri yang bergerak pada bidang manufaktur yang memproduksi berbagai macam jenis baut dan mur dan merupakan perusahaan job shop. Beberapa macam produk yang dihasilkan, seperti baut cs, baut hex, mur hex, dan mur jt. Layout lantai produksi PT. SBS tidak dirancang dengan baik, dimana layout pada PT.SBS merupakan layout tambal sulam yang mesin hanya ditempatkan pada area yang kosong dan mesin yang sejenis. Pada lantai produksi PT.SBS akan dilakukan perancangan tata letak yang dapat meminimasi total momen perpindahan yang terjadi dengan menggunakan Pengelompokan berdasarkan Alur Produksi. Layout usulan mengelompokkan mesin-mesin yang memiliki kaitan pada routing operasi pada produk yang dihasilkan, sehingga dapat meminimasi jarak perpindahan. Dari hasil penelitian dapat meminimasi perpindahan material sebesar 97664830112,942m x gr atau sebesar 76,0296408%.

Kata kunci : Pengelompokan berdasarkan Alur Produksi; Tata Letak Pabrik; Perpindahan Material

PENDAHULUAN

Industri manufaktur adalah industri yang memproduksi barang mentah menjadi barang setengah jadi atau barang jadi. Di dalam industri manufaktur memiliki beberapa elemen yang saling berkaitan satu sama lainnya, dengan tujuan akhir dari elemen-elemen tersebut adalah perbaikan yang dapat menghasilkan efektivitas dan efisiensi dari proses produksi tersebut. Salah satu elemen tersebut adalah tata letak pabrik.

Tata letak atau pengaturan dari fasilitas-fasilitas produksi, baik mesin maupun departemen yang ada adalah suatu hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam dunia industri. Tata letak pabrik yang dirancang secara baik maka akan menghasilkan keefektifan dan keefisienan dari perpindahan moment atau material *handling*, dengan perpindahan moment yang kecil maka akan menghasilkan keuntungan bagi perusahaan karena akan meminimalkan resiko kerusakan barang, biaya penyimpanan, dan lain sebagainya. Dengan tata letak yang terencana dengan baik akan ikut menentukan kelancaran dan kesuksesan kerja pabrik itu sendiri (Sritomo, 1996).

PT. Sepanjang Baut Sejahtera (SBS) adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang produksi mur, dan baut dalam berbagai macam ukuran, adapun jenis baut yang diproduksi seperti baut cs, baut hex, stood bolt, dan lain-lain, sedangkan untuk jenis mur seperti mur hex, mur jt, dan lain-lain, perusahaan memproduksi produk sesuai dengan pesanan dari customer.

Sejalan dengan perkembangan industri di PT. SBS yang diikuti juga dengan penambahan fasilitas produksi, yang berakibat pada penata letakan mesin produksi, layout pada PT. SBS menggunakan *Product Layout*, dimana mesin-mesin di kelompokkan berdasarkan *type* sehingga kelemahan dari *layout* ini adalah jarak antar mesin yang terlalu besar, sehingga berdampak pada moment perpindahan yang menjadi besar.

Dengan perancangan yang efisien dengan memenuhi kaidah-kaidah perancangan akan mengurangi jarak perpindahan. Untuk mengurangi momen perpindahan maka diperlukan perancangan tata letak pabrik yang baik, maka metode yang digunakan dalam perbaikan tata letak pabrik adalah *Pengelompokan Berdasarkan Alur Produksi*, dimana metode ini lebih fleksibel jika dibandingkan dengan *Group Technology*. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan metode pengelompokan berdasarkan alur produksi, mesin-mesin yang sama ditempatkan pada beberapa

penempatan sehingga terbentuk kelompok-kelompok atau cell, dan masing-masing kelompok atau cell tersebut mempunyai suatu produk proses atau fokus pada part *family*-nya, dan memiliki urutan operasi yang bervariasi. Dengan demikian mesin-mesin yang ada mudah untuk dipindahkan apabila ada penambahan mesin atau fasilitas lainnya.

Berbeda dengan *Group Technology* yang menggunakan pengelompokan mesin-mesin. Prosedur dari metode pengelompokan berdasarkan alur produksi yang pertama adalah menentukan urutan operasi yang sama antara satu *routing* operasi atau lebih. Kedua adalah mengukur kesamaan tiap urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih. Ketiga adalah analisa *kluster* tiap urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih. Keempat adalah menyusun basic *layout* berdasarkan *kluster*. Kelima adalah penyesuaian *layout*. Keenam adalah perhitungan jumlah mesin. Ketujuh adalah menghitung kebutuhan ruang. Serta langkah terakhir adalah penyusunan mesin dalam kelompok.

Pabrik atau dalam pengertian luas disebut industri adalah suatu tempat berbagai faktor seperti manusia, mesin dan peralatan produksi, material, energi, uang (modal/kapital), informasi dan sumber daya alam berinteraksi dan dikelola bersama-sama dalam suatu sistem produksi guna menghasilkan suatu produk atau jasa secara efektif, efisien dan aman. Istilah pabrik ini sering diartikan sama dengan industri, meskipun industri sebenarnya memiliki pengertian yang lebih luas.

Tata letak pabrik atau disebut juga tata letak fasilitas adalah tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas fisik pabrik untuk menunjang kelancaran proses produksi, dengan mencoba memanfaatkan luas area/ *space* untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan-gerakan material, penyimpanan baik yang bersifat temporer maupun permanen, *personil* pekerja dan sebagainya. Tata letak yang terencana dengan baik akan ikut menentukan kelancaran dan kesuksesan kerja pabrik itu sendiri (Sritomo, 1996).

Susunan tata letak yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya kesimpangsiuran aliran material dan informasi. Akibatnya biaya angkut material menjadi sangat besar. Sebaliknya tata letak yang efektif dapat memberikan iklim kerja yang baik dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

Tipe *layout* yang dipakai oleh setiap pabrik berbeda-beda, tergantung dari jenis produk, kapasitas produksi, proses produksi, waktu proses dan kondisi perusahaan itu sendiri. Yang paling penting dalam pemilihannya tipe *layout* tersebut adalah yang dapat menunjang kelancaran proses produksi.

Tiap tata letak fasilitas terdiri dari empat yaitu:

- a. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksi (*product layout*).
- b. Tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material.
- c. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk.
- d. Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi dan macam proses.

From To Chart adalah suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi. Teknik ini sangat berguna untuk kondisi-kondisi-kondisi dimana banyak item yang mengalir melalui suatu area seperti bengkel permesinan, kantor, dan lain-lain. Angka-angka yang terdapat dalam suatu *From To Chart* akan menunjukkan total dari berat beban yang harus dipindahkan, jarak perpindahan bahan, volume atau kombinasi-kombinasi dari faktor-faktor ini.

From To Chart disini digunakan sebagai dasar bagi penyusunan data sebagai syarat dalam perbaikan *layout* pabrik. Adapun beberapa kegunaan dan keuntungan dari *From To Chart* adalah :

1. Menganalisa perpindahan bahan.
2. Perbandingan pola aliran atau tata letak pengganti.
3. Pengukuran efisien pola aliran.
4. Menunjukkan ketergantungan satu kegiatan dengan kegiatan lainnya.
5. Menunjukkan volume perpindahan antar kegiatan.
6. Menunjukkan keterkaitan lintas produksi.
7. Menunjukkan keterkaitan antara beberapa produk, komponen, barang, dan bahan.
8. Menunjukkan hubungan kuantitatif antara kegiatan dari perpindahan.
9. Pemendekan jarak perjalanan selama proses.

Titik Tengah dan Jarak Euclidean

Untuk menghitung titik tengah dari mesin yang sama, dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu :

1. Mesin yang sama yang mempunyai *absis* yang sama. Maka koordinatnya adalah *absis* itu sendiri sedangkan untuk menentukan *ordinatnya* dengan cara mencari rata-rata *ordinat* dari mesin-mesin tersebut. Sedangkan mesin yang sama mempunyai *ordinat* yang sama. Maka koordinatnya adalah *ordinat* itu sendiri sedangkan untuk menentukan *absisnya*
2. dengan cara mencari rata-rata *absis* dari mesin-mesin tersebut.

3. Mesin yang sama yang tidak mempunyai *absis* atau *ordinat* yang sama. Maka untuk menentukan koordinatnya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$x = \frac{A1.X1 + A2.X2 + \dots + An.Xn}{A1 + A2 + \dots + An} ; \quad y = \frac{A1.y1 + A2.y2 + \dots + An.yn}{A1 + A2 + \dots + An}$$

Keterangan : A = Luas Mesin; X = absis; Y = ordinat

Sedangkan jarak dari A ke B adalah $\sqrt{((Xb-Xa))^2 + ((Yb-Ya))^2}$, ini dinamakan jarak *Euclidean*.

METODE

Metode ini mempertimbangkan mesin yang sama untuk ditempatkan pada beberapa penempatan. Pada prinsipnya metode pengelompokkan berdasarkan alur produksi membiarkan suatu kelompok untuk memproduksi suatu produk, atau proses pada *part family* nya. Yang menjadi inti dari pendekatan ini adalah konsep dari kesamaan tiap urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih. Kesamaan tiap urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih adalah suatu operasi yang berurutan, yang pada umumnya terdiri dari satu atau lebih urutan operasi.

Prosedur Heuristik Untuk Metode Pengelompokkan Berdasarkan Alur Produksi, *Input* data yang dibutuhkan untuk desain *layout* fasilitas adalah sekumpulan produk-produk, urutan tiap operasi dan kuantitas produksi. Strategi untuk metode pengelompokkan berdasarkan alur produksi didasarkan pada metode-metode pengklusteran (pengelompokkan) berdasarkan kesamaan proses. Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk desain metode pengelompokkan berdasarkan alur produksi:

1. Menentukan urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih.

Untuk menentukan urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih, maka dicari dengan cara membandingkan semua urutan operasi secara berpasangan. Berikut merupakan contoh untuk mencari urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih :

OA (1,2,3,4,7,8); OB (1,2,5,6,7,8)

(1,2) dan (7,8) = urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi

2. Mengukur kesamaan tiap urutan operasi yang sama antar satu *routing* atau lebih.

Pengukuran yang digunakan untuk menganalisa kesamaan tiap urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih adalah *similarity coefficient*. *similarity coefficient* didefinisikan sebagai jumlah part yang sama-sama melewati satu urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih dibagi dengan jumlah part yang melalui paling tidak oleh satu urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih.

$$S_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_i + N_j - N_{ij}}$$

Keterangan :

N_{ij} = melewati kedua urutan operasi yang sama antara satu *routing* operasi atau lebih.

N_i = melewati kedua urutan operasi yang sama antara satu *routing* operasi atau lebih (pertama).

N_j = melewati kedua urutan operasi yang sama antara satu *routing* operasi atau lebih (kedua).

3. Analisa kluster tiap urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih.

Analisa kluster (kelompok) dilakukan dengan menggunakan MINITAB dengan memakai matriks hasil perhitungan SC pada langkah kedua sebagai inputan. Hasil pengolahan MINITAB berupa dendogram yang berfungsi untuk mengelompokkan urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih pada beberapa kluster.

4. Menyusun *basic layout* berdasarkan kluster.
Berdasar hasil pengklusteran (pengelompokkan) dari urutan operasi yang sama antar satu *routing* operasi atau lebih menghasilkan sebuah *basic layout* selanjutnya tiap *basic layout* tersebut dijabarkan dengan diagraph.
5. Penyesuaian *layout*.
Kalau *routing* produk semula dinyatakan sebagai urutan dari kelompok *layout* dan mesin tunggal, maka mesin tunggal dapat diabsorpsi ke dalam salah satu kelompok. Penyesuaian ini bentuk mencegah duplikasi mesin yang dapat menyebabkan aliran balik pada kelompok ke mesin yang diabsorpsi.
6. Perhitungan jumlah mesin
Langkah awal yang dilakukan untuk menghitung jumlah tiap tipe mesin yang dibutuhkan pada tiap kelompok adalah menghitung total kapasitas mesin yang tersedia tiap *type* mesin untuk seluruh periode produksi berdasarkan persamaan :
$$\text{Jumlah mesin} = \frac{p \cdot \sum_{i=1}^n t_i}{\tau \cdot \sum_{i=1}^n e_i}$$

Keterangan : t_i = Waktu proses
 p = Demand (per 2 tahun)
 τ = Jam kerja mesin (per 2 tahun)
 e_i = Efisiensi
7. Menghitung kebutuhan ruang yang dilakukan pada tahap ini adalah melakukan perhitungan kebutuhan ruang pada masing-masing kelompok . perhitungan kebutuhan ruang ini mencakup luas masing-masing mesin, ruang gerak, serta *allowance*.
8. Penyusunan mesin dalam kelompok
Penataan mesin pada masing-masing kelompok dilakukan berdasarkan hasil perancangan dengan metode pengelompokan alur produksi. Dalam *diagraph layout* menggambarkan aliran proses permesinan sehingga dapat menentukan derajat kedekatan dari masing-masing mesin.

Material Handling, kegiatan proses produksi dapat terjadi bila terdapat *Material Handling* yang sesuai dengan situasi dan kondisi yang terdapat di suatu perusahaan. *Material Handling* merupakan kegiatan mengangkat, mengangkut, dan meletakkan bahan atau barang dalam proses didalam perusahaan, dimulai dari bahan masuk atau diterima di perusahaan sampai pada saat barang atau produk akan dikeluarkan dari pabrik.

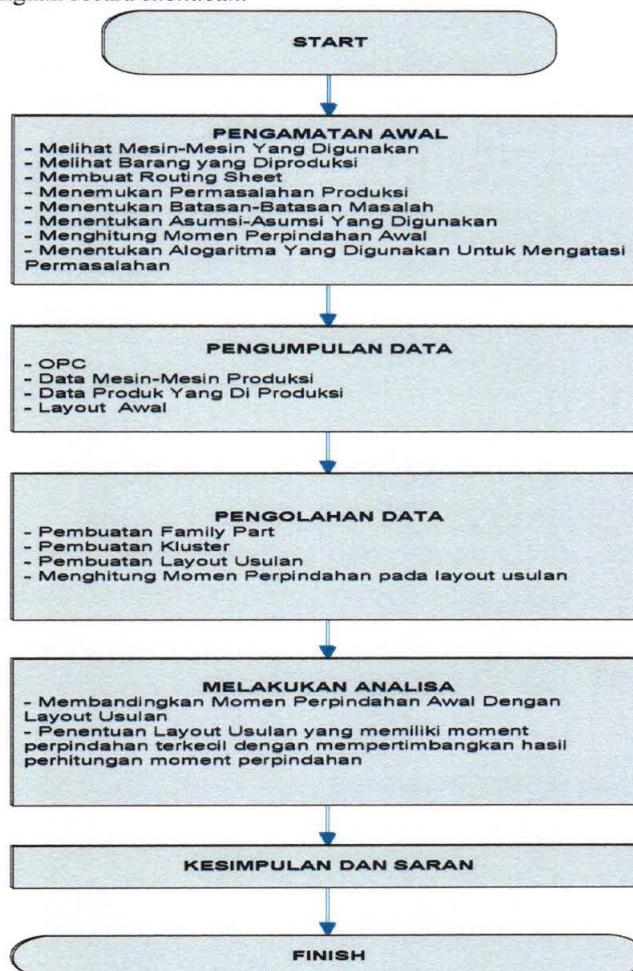
Identifikasi Permasalahan, pada tahap ini penulis melakukan pengamatan proses produksi dan aliran material di lantai produksi PT. Sepanjang Baut Sejahtera terlebih dahulu. Kemudian menentukan perumusan masalah yang akan dijadikan pokok bahasan dalam penelitian ini.

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah berdasarkan hasil pengamatan proses produksi dan aliran material di lantai produksi PT. Sepanjang Baut Sejahtera didapatkan penempatan mesin-mesin yang kurang terencana dengan baik. Hal ini dapat diketahui dari besarnya total momen perpindahan jarak (berat+jarak) yang terjadi. Untuk mengatasi hal ini, perlu dilakukan penataan letakan fasilitas produksi yang dapat meminimalkan total perpindahan material.

Pengambilan Data, pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan data yang terkait dalam pembahasan untuk penelitian ini. Data tersebut meliputi jenis produk yang diproduksi, *OPC*, data-data mesin yang digunakan, jenis mesin, aliran proses, berat material, lintasan produksi, layout awal. Pengolahan data dilakukan dengan membuat *layout* awal ruangan produksi sesuai dengan keadaan perusahaan, menghitung berat perpindahan material untuk masing-masing proses sesuai dengan urutannya. Kemudian langkah berikutnya adalah penentuan usulan lintasan produksi dengan menggunakan metode pemindahan aliran material dengan memperhitungkan beban dan jarak perpindahan menggunakan metode *Pengelompokkan Berdasarkan Alur Produksi*. Dimana dalam hal ini, diasumsikan setiap perpindahan yang terjadi pada proses produksi dimulai dan diakhiri pada titik berat (centroid) departemen yang bersangkutan dan jarak perpindahan yang

terjadi pada proses produksi diperhitungkan secara Euclidean, dan langkah berikutnya adalah pembuatan cluster atau layout kelompok, dimana penempatan mesin berdasarkan diagraph mesin, setelah dilakukan penempatan mesin atau layout kelompok, dilakukan perhitungan kebutuhan ruang secara teoritis pada kelompok tersebut, langkah berikutnya adalah memilih layout kelompok berdasarkan penempatan mesin kelompok yang memiliki luas ruang kelompok yang mendekati perhitungan kebutuhan ruang secara teoritis pada kelompok tersebut

Analisa dan Layout Alternatif yang Lebih Baik, dalam tahap ini dilakukan analisa berdasarkan hasil dari pengolahan data. Pembahasan tersebut berupa perhitungan total momen perpindahan melalui penggunaan layout awal dan layout usulan, penentuan layout terbaik, serta penghematan Material Handling yang terjadi melalui penggunaan layout terbaik. Dalam hasil ini diasumsikan setiap perpindahan yang terjadi pada proses produksi dimulai dan diakhiri pada titik berat (centroid) departemen yang bersangkutan dan jarak perpindahan yang terjadi pada proses produksi diperhitungkan secara *euclidean*.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

PEMBAHASAN

Penentuan Part Family, 2395 jenis produk baut, dan 31 jenis produk mur yang menjadi obyek penelitian ini, dikelompokkan menjadi family-family (produk yang mempunyai urutan proses permesinan yang sama, dikelompokkan menjadi satu family/part). Sehingga untuk produk baut mempunyai 75 family/part dan produk mur mempunyai 14 family/part

Tabel 1. Routing Operasi Produk Baut

Family	Alur Proses Produksi (Mesin)	Family	Alur Proses Produksi (Mesin)
1	1 → 48	44	21 → 47
2	1 → 50	45	21 → 33
3	1 → 49	46	21 → 48
4	2 → 2D	47	22 → 48
5	3 → 3D	48	22 → 46
6	4 → 4D	49	22 → 42
7	5 → 5D	44	21 → 47
8	6 → 33	45	21 → 33
9	6 → 43	46	21 → 48
10	6 → 42	47	22 → 48
11	6 → 41	48	22 → 46
12	6 → 46	49	22 → 42
13	6 → 37	50	22 → 33
14	6 → 40	51	22 → 34 → 36
15	7 → 40	52	23 → 47
16	7 → 46	53	23 → 38
17	7 → 41	54	24 → 37
18	7 → 45	55	24 → 39
19	8 → 40	56	25 → 39
20	9 → 44	57	25 → 37
21	9 → 35	58	25 → 30 → 35
22	9 → 45	59	26 → 39
23	9 → 40	60	26 → 30 → 35
24	10 → 35	61	27 → 32 → 31 → 30 →
25	10 → 40	62	27
26	11 → 44	63	27 → 35
27	11 → 46	64	27 → 32 → 31 → 30 →
28	11 → 33	65	28 → 34 → 36
29	13 → 45	66	28 → 34
30	12 → 38 → 37	67	28 → 32 → 31 → 30 →
31	14 → 38 → 37	68	28 → 35
32	15 → 42	69	28 → 33
33	15 → 46	70	28 → 35 → 36
34	16 → 42	71	29 → 34 → 36
35	17 → 41	72	29 → 33
36	17 → 42	73	29 → 32 → 31 → 30 →
37	17 → 45	74	29
		75	29 → 34

Tabel 2. Routing Operasi Produk Mur

Family	Alur Proses Produksi (Mesin)
1	51 → 66
2	51 → 63
3	51 → 69
4	52 → 66
5	52 → 62
6	53 → 61
7	54 → 60
8	55 → 67
9	56 → 68
10	57 → 64
11	58 → 67
12	58 → 66
13	59 → 64
14	59 → 65

Tabel 3. Rekapitulasi Scrap dan Produk Cacat Pada Tiap-Tiap JenisMesin

Jenis Mesin	Scrap	Cacat Produk
Heading	1%	1%
Drat	1%	1%
Potong	0%	0%
Pemanas	0%	0%
Press	1%	1%

Data demand dan berat dihitung pada tiap-tiap proses, contoh pada perhitungan produk baut nomor 1, yang melewati mesin heading dan mesin drat, untuk mesin 1 (heading) diperlukan produksi (Nh) sebanyak 84.175,08 buah dengan berat perbuah 8,47 gram dan mesin 48 (drat) diperlukan produksi (Nd) sebanyak 83.333,33 buah dengan berat perbuah 8,38 gram, maka perhitungan untuk perpindahan berat dari mesin 1 (heading) ke 48 (drat) adalah $83.333,33 \times 8,38 = 698.333,3054$ gram, kemudian ditambahkan oleh semua perpindahan yang melewati mesin 1 (heading) ke 48 (drat).

Tabel 4. Keterangan Nama Mesin						Tabel 5. Urutan operasi yang sama antar satu routing operasi atau lebih produk baut			
No.	Mesin	No.	Mesin	No.	Mesin	Urutan operasi yang sama antar satu operasi atau lebih	Mesin	Urutan operasi yang sama antar satu operasi atau lebih	Mesin
1	Heading	23	Heading	49	Drat	SB1	1	SB22	36
2	Heading	24	Heading	50	Drat	SB2	6	SB23	37
2D	Drat	25	Heading	51	Heading	SB3	7	SB24	38
3	Heading	26	Heading	52	Heading	SB4	9	SB25	39
3D	Drat	27	Potong	53	Heading	SB5	10	SB26	40
4	Heading	28	Potong	54	Heading	SB6	11	SB27	41
4D	Drat	29	Potong	55	Heading	SB7	15	SB28	42
5	Heading	30	Bubut	56	Heading	SB8	17	SB29	44
5D	Drat	31	Press	57	Heading	SB9	21	SB30	45
6	Heading	32	Pemanas	58	Heading	SB10	22	SB31	46
7	Heading	33	HPC/HPL	59	Heading	SB11	23	SB32	47
8	Heading	34	Drat	60	Drat	SB12	24	SB33	48
9	Heading	35	Rolling	61	Drat	SB13	25	SB34	27, 32, 31, 30
10	Heading	36	U Bolt	62	Drat	SB14	26	SB35	28, 34
11	Heading	37	Drat	63	Drat	SB15	27	SB36	28, 35
12	Heading	38	Drat	64	Drat	SB16	28	SB37	29, 34
13	Heading	39	Drat	65	Drat	SB17	29	SB38	30, 35
14	Heading	40	Drat	66	Drat	SB18	30	SB39	32, 31, 30, 39
15	Heading	41	Drat	67	Drat	SB19	33	SB40	34, 36
16	Heading	42	Drat	68	Drat	SB20	34	SB41	38, 37
17	Heading	43	Drat	69	Drat	SB21	35	SB42	32, 31, 30
18	Heading	44	Drat						
19	Heading	45	Drat						
20	Heading	46	Drat						
21	Heading	47	Drat						
22	Heading	48	Drat						

Total Moment Perpindahan awal adalah 128.456.255.965,922 m x gr.

Pembuatan Layout Usulan Dengan Pengelompokkan Berdasarkan Alur Produksi

Menentukan urutan operasi yang sama antar satu routing operasi atau lebih, penentuan urutan operasi yang sama antar satu routing operasi atau lebih, maka dicari dengan cara membandingkan semua urutan operasi secara urutan. Berdasarkan matriks urutan operasi yang sama antar satu routing operasi atau lebih, maka diperoleh urutan operasi yang sama antar satu routing operasi atau lebih pada produk baut dan mur sebagai berikut :

Mengukur kesamaan tiap urutan operasi yang sama antar satu routing operasi atau lebih. Pengukur yang digunakan untuk membandingkan urutan operasi adalah *similarity coefficient*.



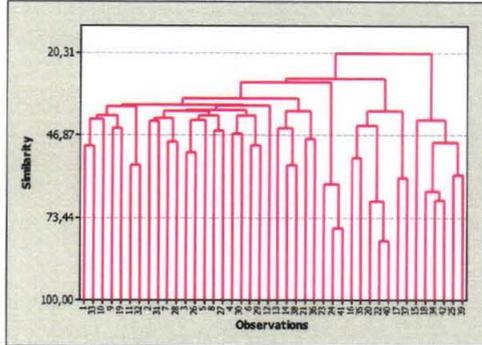
Keterangan :

••••• = melewati kedua urutan operasi yang sama antara dua *routing* operasi atau lebih.

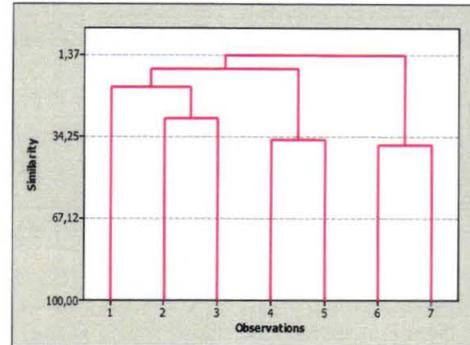
••••• = melewati kedua urutan operasi yang sama antara dua *routing* operasi atau lebih (pertama).

• = melewati kedua urutan operasi yang sama antara dua routing operasi atau lebih (kedua).

Analisa kluster untuk tiap urutan operasi yang sama antar satu routing operasi atau lebih. Analisa kluster (kelompok) dilakukan dengan menggunakan MINITAB dengan memakai matriks hasil perhitungan SC pada langkah kedua sebagai inputan. Langkah dalam minitab yang digunakan adalah *cluster observations*. Hasil pengolahan MINITAB berupa dendrogram yang berfungsi untuk mengelompokkan urutan operasi yang sama antar satu routing operasi atau lebih pada beberapa kluster.



Gambar 3. Dendrogram Produk Baut



Gambar 4. Dendrogram Produk Mur

Poin cutt-off yang digunakan di atas adalah 46,87. Hal ini dikarenakan observations mesin 1, 33 ; 11, 32 ; 7, 28 ; 3, 26 ; 6, 29 ; 14, 38 ; 21, 36 ; 23, 24, 41 ; 16, 35 ; 20, 22, 40 ; 17, 37 ; 18, 34, 42, 25, 39 mempunyai urutan operasi yang hampir sama. Untuk observations 9, 19 akan membentuk observations sendiri, dikarenakan observations tersebut memiliki operasi yang berbeda.

Poin cutt-off yang digunakan di atas adalah 34,25. Hal ini dikarenakan observations mesin 4,5 ; 6, 7 mempunyai urutan operasi yang hampir sama. Untuk observations 2, 3, 1 akan membentuk observations sendiri, dikarenakan observations tersebut memiliki operasi yang berbeda.

Menyusun basic layout berdasarkan kluster, berdasarkan hasil dendrogram pada Gambar 3. untuk produk baut dan Gambar 4. untuk produk mur, selanjutnya, mengelompokkan mesin menjadi 25 basic layout sebagai berikut :

Perhitungan Jumlah Mesin, langkah awal yang dilakukan untuk menghitung jumlah tiap tipe mesin yang dibutuhkan pada tiap kelompok adalah menghitung total kapasitas mesin yang tersedia tiap tipe mesin untuk seluruh periode produksi berdasarkan persamaan :

$$\text{Jumlah mesin} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot t_i}{e_i}}{T} \quad \text{dimana : } t_i = \text{Waktu proses}; p = \text{Demand (per 2 tahun)}$$

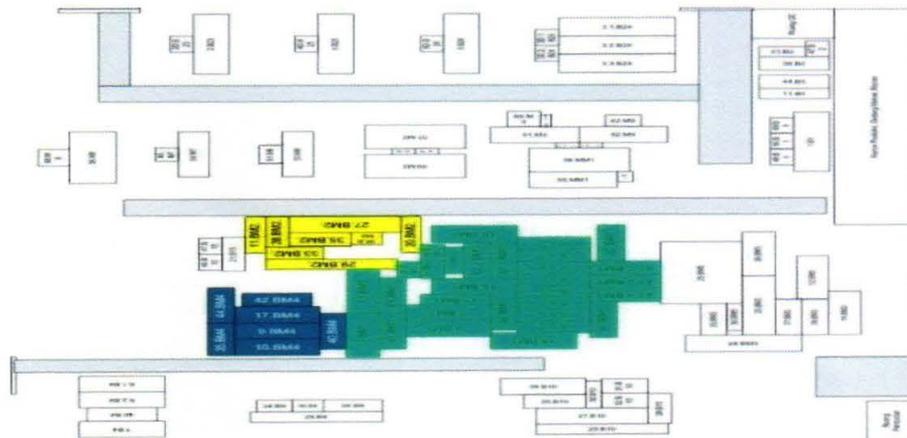
T = Jam kerja mesin (per 2 tahun); e_i = Efisiensi

Perhitungan durasi periode produksi dilakukan untuk periode dua tahun (asumsi 1 tahun 12 bulan, 1 bulan 4 minggu) $(2 \times 12 \times 4 \times 7 \times 24) = 8.448 \text{ jam} = 506.880 \text{ menit}$

Langkah berikutnya adalah membandingkan jumlah mesin pada layout awal dengan layout usulan, dapat diketahui ada beberapa jumlah mesin usulan yang melebihi dari jumlah mesin awal, sehingga harus dilakukan penggabungan mesin lagi, dikarenakan jumlah mesin usulan yang telah dihitung terdapat utilitas mesin yang tidak besar, sehingga perlu dilakukan penggunaan mesin secara bersama didalam kelompok mesin yang berbeda pada mesin yang memiliki jumlah mesin lebih banyak daripada jumlah mesin awal, maka langkah berikutnya dilakukan penggabungan kelompok sebagai berikut :

- Untuk nomor mesin 7 dilakukan pendekatan penggunaan untuk kelompok mesin B20, B21, dan B22, karena utilisasi dari mesin 7 pada kelompok mesin B20, B21, dan B22 jika ditotal tidak sampai 100% maka dilakukan penggunaan bersamaan agar jumlah mesin 7 tidak lebih dari jumlah mesin pada layout awal.
- Untuk nomor mesin 15 dilakukan pendekatan B3, dan B22, karena utilisasi dari mesin 15 pada kelompok mesin B3, dan B22, jika ditotal tidak sampai 100% maka dilakukan penggunaan bersamaan agar jumlah mesin 15 tidak lebih dari jumlah mesin pada layout awal.

- c. Untuk nomor mesin 28 dilakukan pendekatan B7, dan B19, karena utilisasi dari mesin 28 pada
 - d. kelompok mesin B7, dan B19, jika ditotal tidak sampai 100% maka dilakukan penggunaan bersamaan agar jumlah mesin 28 tidak lebih dari jumlah mesin pada layout awal.
 - e. Untuk nomor mesin 37 dilakukan penggabungan B8, B17, dan B18, karena utilisasi dari mesin 28 pada kelompok mesin B8, B17, dan B18, jika ditotal tidak sampai 100% maka dilakukan penggunaan bersamaan agar jumlah mesin 37 tidak lebih dari jumlah mesin pada layout awal.
 - f. Untuk nomor mesin 39 dilakukan pendekatan B6, B17, dan B18, karena utilisasi dari mesin 39 pada kelompok mesin B6, B17, dan B18, jika ditotal tidak sampai 100% maka dilakukan penggunaan bersamaan agar jumlah mesin 39 tidak lebih dari jumlah mesin pada layout awal.
 - g. Untuk nomor mesin 40 dilakukan penggabungan B12, B13, dan B14, karena utilisasi dari mesin 40 pada kelompok mesin B12, B13, dan B14, jika ditotal tidak sampai 100% maka dilakukan penggunaan bersamaan agar jumlah mesin 40 tidak lebih dari jumlah mesin pada layout awal.
 - h. Untuk nomor mesin 42 dilakukan penggabungan B3, B11, dan B16, karena utilisasi dari mesin 42 pada kelompok mesin B3, B11, dan B16, jika ditotal tidak sampai 200% maka dilakukan penggunaan bersamaan agar jumlah mesin 42 tidak lebih dari jumlah mesin pada layout awal.
 - i. Untuk nomor mesin 58 dilakukan penggabungan M1, dan M4, karena utilisasi dari mesin 58 pada kelompok mesin M1, dan M4, jika ditotal tidak sampai 100% maka dilakukan penggunaan bersamaan agar jumlah mesin 58 tidak lebih dari jumlah mesin pada layout awal.
- Dari hasil penggabungan seperti di atas, dapat dilihat pada point **a**, dan **b** digabung dengan point **g** karena menggunakan kelompok mesin yang sama, berikut juga pada point **d** dan **e**, langkah selanjutnya menghitung kebutuhan ruang, mesin dan penempatan mesin yang sesuai dengan penggabungan kelompok mesin.



Gambar 5. Layout Usulan

Mesin yang digunakan sebagai contoh perhitungan dalam perhitungan titik tengah awal adalah : Mesin 3.B24

Karena mesin 3.B24 yang sama maka ordinat (y) mesin 3.B24 adalah ordinat itu sendiri yaitu 9,625. Sedangkan absis (x) mesin 3.B24 = (absis mesin 3.1.B24 + absis mesin 3.2.B24 + absis mesin 3.3.B24)/3 = (26,15 + 25 + 23,85)/3 = 25. Jadi koordinat mesin 3.B24 adalah (25 ; 9,625)

Tabel 14. Titik Tengah Mesin

Mesin	Titik Tengah	
	X(cm)	Y(cm)
6.BM1	9.88	11.675
7.BM1	8.18	15.075
11.BM1	9.005	14.825
13.BM1	9.525	17.8
15.BM1	9.83	14.225
16.BM1	13.105	14.225
17.BM1	6.775	17.825
18.BM1	6.38	12.325
19.BM1	7.18	15.075
22.BM1	11.4675	14.875
34.BM1	10.905	15.575
36.BM1	10.9	16.325
37.BM1	12.505	9.825
40.BM1	7.705	10.075
41.BM1	7.03	16.875
42.BM1	11.455	13.7
43.BM1	10.105	9.375
45.BM1	9.275	16.875
46.BM1	8.205	13.275
48.BM1	11.998102	16.671995
11.BM2	13.07635	21.27505
20.BM2	13.0767	16.27495
27.BM2	13.7017	18.39995
28.BM2	13.2517	20.57495
29.BM2	11.22635	18.82505
33.BM2	11.92635	20.01255
35.BM2	12.7676	19.19995
36.BM2	12.8267	17.69995
12.BM3	10.305	3.35014
14.BM3	8.055	2.325
24.BM3	6.155	5.575
25.BM3	8.555	5.075
26.BM3	10.63	6.925
30.BM3	7.83	5.85
35.BM3	7.68	6.525
37.BM3	7.805	4.125
38.BM3	7.805	3.275
39.BM3	11.805	5.075
9.BM4	7.025	20.575
10.BM4	8.025	20.575
17.BM4	8.05	20.575
35.BM4	6.525	22.375
40.BM4	7.025	18.775
42.BM4	9	20.575
44.BM4	8.65	22.375
1.B1	18.875	3.375
48.B1	17.9	4.325
49.B1	19.9	4.325
60.B1	18.9	4.325
23.B2	24.575	4.3
38.B2	22.7	4.675
47.B2	24.75	3.175
7.B4	0.896	25.579
8.B4	3.25	25.575
40.B4	1.825	25.575
11.B5	21.925	3.92483
44.B5	22.67417	3.925
28.B9	2.325	18.15
29.B9	1.625	19.325
34.B9	2.325	20.675
36.B9	2.325	19.8
27.B10	1.8	10.45
28.B10	2.05	8.275
29.B10	0.775	10.125
30.B10	2.95	10.4
31.B10	3.4875	9.4
32.B10	2.5625	9.4
35.B10	2.525	11.65
39.B10	3.475	12.025
21.B15	11.90102	21.97505
47.B15	12.40102	22.72505
48.B15	11.40102	22.72505
2.B23	25.125	22.67567
20.B23	25.125	23.625
3.B24	25	9.625
3D.B24	25	11.875
4.B25	25.125	18.67567
4D.B25	25.125	19.625
5.B26	25.125	14.62533
5D.B26	25.125	15.57467
55.MM1	16.5	11.045
58.MM1	17.74983	10.84517
66.MM1	18.6765	10.85
67.MM1	16.678	9.37
57.M2	19.25	16.125
59.M2	17.4	16.13
64.M2	18.325	15.75
65.M2	18.325	16.5
51.M3	19.35167	12.275
63.M3	20.2275	11.92333
69.M3	20.3525	12.6333
52.M5	19.35167	9.425
62.M5	20.2225	9.42583
53.M6	18.175	19.9
61.M6	18.15967	20.77583
54.M7	18.175	23.248
60.M7	18.17	24.125
56.M8	18	26.5
68.M8	17.99	27.75

Contoh perhitungan jarak euclidean

$$\text{Jarak} = \sqrt{(|Xb - Xa|)^2 + (|Yb - Ya|)^2}$$

$$\text{Jadi jarak untuk mesin 3.B24 ke mesin 3D.B24} = \sqrt{((25-25)^2 + (9,625-11,875)^2)}$$

= 2,25 Cm (pada peta skala) = 2,25 X 200 (skala) = 450 cm = 4,5 meter pada jarak sesungguhnya.

Berdasarkan perhitungan total moment perpindahan menggunakan metode pengelompokkan mesin berdasarkan alur produksi adalah 30.791.425.853,058 m x gr.

Hasil Analisa Data, jumlah moment perpindahan dimana moment perpindahan pada layout awal sebesar 128.456.255.966 m x gr, dan layout usulan sebesar 30.791.425.853,058 m x gr. Jika dilihat pada jumlah moment perpindahan antara layout awal dengan layout usulan ternyata layout

usulan dapat melakukan penghematan moment perpindahan sebesar 76,0296408%. Hal ini dikarenakan layout usulan menggunakan *Pengelompokkan berdasarkan Alur Produksi*, dimana tiap-tiap mesin di bentuk atau dirancang sesuai dengan alur produksi sehingga dapat mengurangi jarak antar mesin. Penghematan moment perpindahan yang besar lebih dari 76%, ini dikarenakan layout awal yang menggunakan *functional layout*, dimana mesin-mesin setype dikelompokkan, hal ini lah yang menjadikan moment perpindahan besar, dikarenakan jarak antar mesin menjadi lebih besar, berbeda dengan *Pengelompokkan berdasarkan Alur Produksi*, dimana mesin-mesin yang memiliki kaitan routing operasi dijadikan satu kelompok mesin, dari pengkelompokkan mesin tersebut akan mempengaruhi kedekatan mesin dan mengoptimalkan utilitas dari mesin yang ada untuk mengerjakan pekerjaan secara spesifik, hal ini dapat dilakukan karena setiap floor memiliki banyak lebih dari satu untuk mesin yang sama, kondisi ini sangat memungkinkan layout dibentuk seperti cell manufacturing, selain meminimasi moment perpindahan dan memaksimalkan utilitas mesin layout usulan juga dapat memperpendek aliran material yang berakibat pada work in process menjadi lebih kecil, dan jika dilihat dari penentuan point cutt of yang digunakan pada dendogram produk baut adalah 46,87 yang menghasilkan 25 kelompok layout, jika point cutt of yang digunakan pada dendogram produk baut adalah 52,23 yang menghasilkan 31 kelompok layout dan total moment perpindahan adalah 50.231.725.513,764 m x gr, dapat dilihat bahwa dengan point cutt of yang lebih kecil dapat menghasilkan kelompok layout yang lebih sedikit sehingga dengan kelompok layout yang sedikit maka jarak antar mesin semakin berdekatan yang berakibat pada total moment perpindahan menjadi lebih kecil.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa diatas, dapat disimpulkan bahwa layout usulan menggunakan *Pengelompokkan Berdasarkan Alur Produksi*. merupakan layout usulan yang diusulkan oleh penulis dikarenakan moment perpindahan lebih kecil dibandingkan layout awal, dengan moment perpindahan lebih kecil akan berakibat pada waktu produksi yang menjadi lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan layout awal.

Saran

Saran penulis untuk penelitian lebih lanjut adalah melakukan usulan pada tata letak fasilitas dengan memperhitungkan biaya perpindahan dan memperhatikan hal-hal teknis, seperti panel listrik untuk mesin, kapasitas mesin dalam satu panel, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wignosoebroto, S., 1996, "Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan", edisi ketiga, PT Guna Widya, Jakarta
- [2] Apple, James M., 1990, "Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan"
- [3] Heragu, Sunderesh., 1997, "*Facilities Design*", PWS Publishing Company, Boston
- [4] Benjafaar.S, Heragu.S.S, Irani.S.A, :*Next Generation Factory Layouts: Research Challenges and Recent Progress*", 2002, interfaces, 32(6), 58-76
- [5] Dewi, F., 2006, "Perancangan tata letak fasilitas produksi dengan pendekatan Modular Layout (Studi kasus di PT. MECO INOXPRIMA)", Surabaya