



# PROSIDING

Seminar Hasil-Hasil Penelitian



LEMBAGA PENELITIAN - UNIVERSITAS LAMPUNG **2013**

## KATA PENGANTAR

**P**uji Syukur kepada ALLAH SWT., yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada civitas akademika Universitas Lampung yang dapat mengenang hari jadinya yang ke-48 tahun di Tahun 2013. dalam rangka mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi, Universitas Lampung menyelenggarakan Seminar Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah dilaksanakan oleh para dosen, baik yang dilakukan dengan dana mandiri, maupun mereka mendapatkan bantuan hibah dari berbagai *block grant*

Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang diseminarkan pada tanggal 20-21 September 2013 berjumlah 44 makalah. Hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni (IPTEKS) serta mendukung pembangunan nasional.

Terimakasih kami sampaikan kepada panitia seminar yang telah bekerja keras untuk mengumpulkan makalah dari para dosen di lingkungan Universitas Lampung dan peran serta aktif dosen dalam seminar. Demikian juga kami sampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada dewan penyunting dan penyunting pelaksana yang dengan sepenuh hati mewujudkan terbitnya prosiding ini, serta kepada pihak-pihak yang telah memberikan kritik dan saran yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Bandarlampung, 23 September 2013

**Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Lampung,**

**Dr. Eng. Admi Syarif**  
NIP 1967010311992031003

## DAFTAR ISI

---

<b>Analisis Perubahan Garis Pantai di Pantai Lampung Selatan berdasarkan Arah Angin Dominan</b> Ahmad Zakaria .....	1-7
<b>HEMOKROMATOSIS DAN KERUSAKAN <i>TIGHT JUNCTION</i> INTESTINAL PADA ANAK TALASEMIA MAYOR</b> Agustyas Tjiptaningrum .....	8-18
<b>FRAKSINASI, ISOLASI, KARAKTERISASI DAN UJI SITOTOKSIK KAFEIN, ASAM KLOOROGENAT DARI BIJI KOPI ROBUSTA LAMPUNG</b> Asep Sukohar, Setiawan, Firman F. Wirakusumah, Herry S. Sastramihardja .....	19-31
<b>EFEKTIFITAS KEBIJAKAN PENERAPAN BAHAN AJAR PENDIDIKAN PERUBAHAN IKLIM DALAM MEWUJUDKAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DI BANDAR LAMPUNG</b> Maulana Mukhlis .....	32-46
<b>PERANCANGAN BAHAN BAKAR PADAT DARI LIMBAH INDUSTRI GULA TEBU DENGAN PROSES PASCA KARBONISASI</b> Ahmad Fauzi, Azhar .....	47-55
<b>AKSI GEN DAN EFEK MATERNAL KOMPONEN HASIL KACANG PANJANG (<i>Vigna sinensis var. Sesquipedalis L.</i>) KETURUNAN TESTA COKELAT x HITAM</b> Maimun Barmawi, Sriwidarti, Nyimas Sa'diyah, dan Setyo Dwi Utomo .....	56-61
<b>PROSES KOMUNIKASI DALAM PENGEMBANGAN PERAN KELEMBAGAAN AGROPOLITAN TERHADAP PENINGKATAN PERAN PETANI DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT</b> Anna Gustina Zainal .....	62-74
<b>KARAKTER AGRONOMIS DAN SERANGAN BEBERAPA HAMA PENTING TANAMAN PADI PADA PAKET TEKNOLOGI PEMULIHAN KESEHATAN LAHAN SAWAH MUSIM TANAM TAHUN PERTAMA</b> Ni Siluh Putu Nuryanti, Yuriansyah, Lestari Wibowo, Iwan Gunawan, Dulbari.....	75-85
<b>Penentuan Konsentrasi Terbaik Limbah Cair Tapioka untuk Memproduksi Biogas dalam Sistem <i>Co-digestion</i> Limbah Cair Tapioka dan Kotoran Sapi</b> Sri Ismiyati Damayanti dan Ika Hermania .....	85-91
<b>ANALISIS FAKTOR DETERMINAN GANGGUAN FUNGSI PENDENGARAN PADA PEKERJA BENGKEL LAS DI BANDAR LAMPUNG</b> Fitria Saftarina .....	91-97

<b>HUBUNGAN <i>SMOKING CESSATION</i> DAN DUKUNGAN KELUARGA DENGAN INTENSITAS MEROKOK KEPALA KELUARGA DI KELURAHAN L KECAMATAN K BANDAR LAMPUNG</b>	Larasati, Sevia, Anggraini .....	98-103
<b>PARTISIPASI MASYARAKAT SEKITAR PERUSAHAAN TERHADAP PROGRAM <i>CSR (CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY)</i> PT.PLN (Persero) SEKTOR PEMBANGKIT TARAHAN DI DESA RANGAI TRI TUNGGAL KECAMATAN KATIBUNG KABUPATEN LAMPUNG SELATAN</b>	Helvi Yanfika, S.P., M.E.P .....	104-116
<b>PEMODELAN ALIRAN DUA FASE UNTUK MENENTUKAN KOEFISIEN KONVEKSI PERPINDAHAN PANAS DI DALAM PENUKAR PANAS PIPA KOIL HELIK</b>	Jorfri B. Sinaga .....	117-124
<b>Sintesis Dan Karakterisasi Bahan Magnet <math>BaFe_{12}O_{19}</math> Menggunakan Bahan Dasar <math>BaCO_3</math> Dan Pasir Besi Dari Daerah Pesisir Selatan Pandeglang-Banten</b>	M Arif Muhajir, Dwi Asmi dan Ediman Ginting .....	125-132
<b>PENGARUH SUHU <i>AUSTENITE</i> DAN <i>QUENCHING</i> TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA BAJA KARBON RENDAH DENGAN VARIASI <i>HEAT TREATMEN</i> DAN <i>HOLDING TIME</i></b>	Melinda Sapitri Thamrin, Ediman Ginting Suka, Dwi Asmi .....	133-142
<b>PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT PLESTER DINDING BANGUNAN SEBAGAI PEREDAM SUARA MENGGUNAKAN BAHAN <i>STYROFOAM-SEMEN</i></b>	Nugroho Eko Prasetyo, Pulung Karo-Karo, Simon Sembiring .....	143-153
<b>ORIENTASI POLITIK PEMILIH PEMULA pada PILKADA PRINGSEWU 2011</b>	Robi Cahyadi Kurniawan .....	154-165
<b>Analisis Ketelitian Koreksi Geometrik Data Quickbird Pesisir Teluk Lampung Menggunakan <i>GPS Receiver</i> Tipe Navigasi</b>	Armijon, Citra Dewi, Romi Fadly .....	166-175
<b>KETAHANAN STEK SIRIH MERAH TERHADAP PENYAKIT MATI UJUNG (<i>Fusarium</i> sp.)</b>	Suskandini Ratih Dirmawati.....	176-181
<b>Perancangan Turbin Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada sungai Arter Desa Hurun Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Lampung</b>	Agus Sugiri .....	182-193
<b>Program Aplikasi Transformasi Datum Tiga Dimensi Berbasis Visual Menggunakan Model Bursa Wolf dan Molodensky Badekas</b>	Romi Fadly, Citra Dewi .....	194-206
<b>PENGARUH VARIASI <i>TEMPERING</i> TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT TANGGUH BAJA K-460</b>	Mardalena, Ediman G Dan Dwi Asmi.....	207-214

<b>PENGARUH EKSPRESI BCL2 TERHADAP RESPON KEMOTERAPI <i>FLUOROURACIL</i>, <i>ADRIAMYCIN</i>, DAN <i>CYCLOPHOSPHAMIDE</i> (FAC) PADA KANKER PAYUDARA</b> Muhartono .....	215-221
<b>STRATEGI KOMUNIKASI PEMASARAN DALAM MERAH PANGSA PASAR SURAT KABAR DI LAMPUNG (Studi Pada Harian Radar Lampung, Tribun Lampung dan Lampung Post)</b> Nanda Utaridah .....	222-233
<b>BAHASA REMAJA TRANSMIGRAN JAWA DAN NEGOSIASI IDENTITAS ETNIK DALAM KOMUNIKASI ANTARBUDAYA DI LAMPUNG</b> Nina Yudha Aryanti.....	234-243
<b>KINERJA GURU PENJAS TERSERTIFIKASI DI BANDAR LAMPUNG</b> Marta Dinata .....	244-246
<b>STUDI KEPUASAN MASYARAKAT TERHADAP PELAYANAN SAMSAT DI PROVINSI LAMPUNG TAHUN 2012</b> Suwondo, M.A .....	246-252
<b>PEMBUATAN METODE PENYUSUNAN POLA UNTUK OPTIMASI PEMOTONGAN PLAT DENGAN IMAGE PROCESSING</b> Achmad Yahya T P .....	253-260
<b>PENGARUH KEMITRAAN PENGHEMUKAN SAPI POTONG TERHADAP KEBERHASILAN PETERNAK SAPI BINAAN PT GGL</b> Indah Listiana .....	261-272
<b>PENGARUH BEBERAPA KONSENTRASI KNO<sub>3</sub> PADA CABAI MERAH (<i>Capsicum annuum</i> L.) DI DATARAN TINGGI</b> R.A.Diana Widyastuti .....	273-276
<b>RESPON IMUN NON-SPEKIFIK VAKSIN INAKTIF <i>WHOLE CELL Aeromonas salmonicida</i> PADA IKAN MAS ( <i>Cyprinus carpio</i> )</b> Agus Setyawan, Basis, Eko Effendi, Siti Hudaidah .....	276-281
<b>MODEL PENGENTASAN KEMISKINAN MASYARAKAT PESISIR YANG BERPUSAT PADA KONSEP DIRI (Studi Di Pematang Pasir Pesisir Lampung Selatan)</b> Erna Rochana, Susetyo, Dewie Brima Atika .....	282-292
<b>KARAKTERISASITUJUH DURIAN LOKAL KELURAHAN BATU PUTUK KOTA BANDAR LAMPUNG</b> Rizka Novi Sesanti, Hilman Hidayat, Deni Sudrajat .....	293-298
<b>Pengaruh Perlakuan Panas, Variasi Suhu <i>Tempering</i> Dan Lama Waktu Penahanan Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Pegas Daun Karbon Sedang</b> Sahwendi, Ediman Ginting Suka, Dwi Asmi .....	299-308
<b>INTERACTION STARCH COMPOSITE FILM AND ITS THERMAL STABILITY AND FUNCTIONAL GROUP</b> Edwin Azwar .....	309-315

<b>STRATEGI POLA AGROFORESTRI BERBASIS KOPI DI LAHAN HUTAN KEMASYARAKATAN KABUPATEN TANGGAMUS</b>	
Susni Herwanti .....	316-319
<b>REORGANISASI PERANGKAT KELEMBAGAAN DAERAH: PENGALAMAN KOTA BANDAR LAMPUNG</b>	
Syamsul Ma'arif .....	320-326
<b>POTENSI IKAN LOKAL FAMILI CYPRINIDAE DARI WAY TULANG BAWANG UNTUK BUDIDAYA DAN KONSERVASI BERKELANJUTAN</b>	
Yudha Trinoegraha Adiputra, Agus Tri Maulana, Rara Diantari dan Indra Gumay Yudha .....	327-332
<b>EFEK KECEPATAN PENGADUKAN DAN JENIS <i>IMPELLER</i> TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS PRODUK BIOPLASTIK SORGUM</b>	
Yuli Darni , Garibaldi, Lia Lismeri, Darmansyah .....	333-340
<b>PROSES PENCUCIAN UANG DAN PENYELESAIANNYA</b>	
Erna Dewi .....	341-350
<b>KAJIAN PERTUMBUHAN DAN ISI LAMBUNG <i>Barbichthys laevis</i> DAN <i>Osteochilus vittatus (Cyprinidae)</i> DARI SUNGAI TULANG BAWANG</b>	
Rara Diantari, Yudha T. Adiputra, Indah Octarista dan Megawati Wijaya .....	351-357
<b>SIMULASI Pengereman Otomatis Mobil Listrik Dengan Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535</b>	
Noer Soedjarwanto, Riyo Hardiyanto .....	358-368
<b>Metanolisis Minyak Goreng Curah Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Asam Heterogen Pada <i>Continuous Microwave Biodiesel Reactor (CMBR)</i></b>	
Taharuddin, Heri Rustamaji, Agus Riansyah dan Budiana Dinda Wijayanti ..	369-376
<b>Deaktivasi <i>Cordierite</i> sebagai Katalis pada Reaksi Transesterifikasi</b>	
Taharuddin, Darmansyah, Normarita Astuningsih, Heri Rustamaji .....	377-384

# PEMBUATAN METODE PENYUSUNAN POLA UNTUK OPTIMASI PEMOTONGAN PLAT DENGAN IMAGE PROCESSING

OLEH :

**ACHMAD YAHYA T P**  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG

---

## ABSTRAK

*Paper ini mendiskusikan tentang reduksi jumlah scrap pada proses pemotongan plat secara otomatis. Topik ini menjadi menarik, karena proses pemotongan plat merupakan proses yang banyak digunakan dalam industri manufaktur; dan jumlah scrap yang terjadi masih menjadi pembicaraan di antara para peneliti, terutama mengenai reduksi scrap menggunakan artificial intelligence. Pada paper ini, optimasi dilakukan menggunakan pengolahan citra (image processing) dengan melakukan analisa terhadap pixel pada gambar. Beberapa pola sederhana dibuat dan disusun pada plat yang berlaku sebagai bahan mentah (raw material). Luasan yang tidak terpakai dihitung melalui analisa pixel, sementara proses optimasi dilakukan dengan mengisi luasan scrap yang masih bisa dipakai dengan pola yang memungkinkan, menggunakan struktur data dari pola yang telah dibuat sebelumnya. Algoritma yang telah disusun diujicoba dengan piranti lunak, dan terbukti mampu melakukan optimasi dengan mereduksi jumlah scrap yang ada. Penelitian ini merupakan bagian awal dari pengembangan sistem optimasi pemotongan plat yang lebih terintegrasi.*

---

**Kata Kunci:** *Penyusunan Pola, Optimasi, Plat, Image Processing*

## PENDAHULUAN

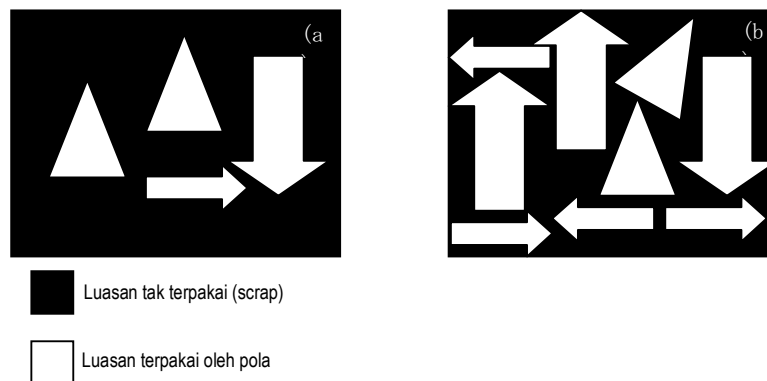
Pemotongan plat merupakan proses produksi yang banyak digunakan, baik oleh industri besar juga oleh industri kecil. Bahan yang digunakan pun tidak terbatas pada logam, namun juga dapat berupa lembaran kayu, mika, fiber glass dan lainnya. Hasil pemotongan plat biasanya merupakan pola (*pattern*) yang dipakai untuk membentuk komponen tertentu. Bahan dasar yang digunakan adalah lembaran plat besar yang akan dipotong-potong menjadi beberapa pola, di mana bentuk pola dapat bermacam-macam sesuai produk yang akan dibuat.

Isu hangat yang masih dibicarakan di bidang pemotongan plat oleh para peneliti adalah banyaknya *scrap* (bahan sisa proses) yang dihasilkan dari proses pemotongan plat. Banyaknya scrap berarti banyaknya sumber daya yang tidak terpakai (*waste*) dan meningkatnya biaya yang dibutuhkan untuk penyimpanan, pembuangan atau daur ulang (*recycle*) atas scrap. Proses pemotongan plat yang paling menguntungkan secara ekonomi adalah yang paling sedikit menghasilkan scrap (gambar 1).

Ada dua pendekatan yang sering digunakan dalam optimasi pemotongan plat, yaitu penyusunan pola pada material awal dan optimasi bentuk dari setiap pola itu sendiri (Campos, 2011). Namun pada paper ini yang kita bahas lebih difokuskan kepada metode penyusunan pola pada plat sebagai



material awal. Penyusunan pola pada bahan plat harus disusun sedemikian rupa, sehingga bahannya terpakai secara optimal. Proses penyusunan pola pada plat secara manual dapat memakan waktu yang lama, dan hasilnya tidak terlalu efektif. Ditambah lagi dengan iklim persaingan industri yang semakin ketat selama dekade terakhir, membuat pihak industri benar-benar harus melakukan perencanaan produksi dengan sebaik mungkin. Perencanaan produksi yang baik berarti tujuan produksi tercapai secara kuantitas maupun kualitas, dengan biaya yang sesuai. Salah satu solusi yang bisa dilakukan oleh pihak industri untuk memangkas waktu dan biaya produksi, dalam hal ini adalah proses pemotongan plat, adalah menggunakan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) pada tahapan perencanaan produksi (Elmaghraby dkk, 2009). Kecerdasan buatan memang berarti memberikan investasi yang cukup besar di awal, namun juga berarti efisiensi produksi dalam jangka waktu panjang ke depannya.



Gambar 1. Perbandingan penyusunan pola yang kurang optimal (a) dan yang optimal (b)

Sudah ada beberapa penelitian yang dilakukan di bidang ini, misalnya Ying dkk (2009) yang membuat metode pembuatan cutting plan secara otomatis, Ling dkk (2010) membuat sistem optimasi pada pemotongan plat, dan juga Junaid dkk (2010). Namun sejauh penelusuran yang telah dilakukan, belum ada penelitian yang membahas masalah ini dengan memadukan sistem optimasi dengan *image processing*. Pemaduan konsep *image processing* bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem yang terintegrasi, antara pengolahan citra plat yang *real time*, dengan sistem optimasi dalam perencanaan pemotongan pola. Diharapkan dengan terbentuknya sistem ini, akan memberikan kontribusi yang positif terhadap kemajuan ilmu pengetahuan, serta membantu industri untuk meningkatkan efisiensi produksi, dalam bidang pemotongan plat khususnya, dengan teknologi yang tidak mahal.

## METODE OPTIMASI

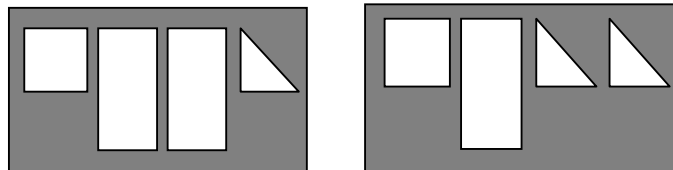
Proses optimasi pada pemotongan plat merupakan permasalahan yang kompleks, karena pola yang dibuat pada kondisi riil amat bervariasi dan memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi. Namun pada dasarnya optimasi penyusunan pola pada plat memiliki dasar pemikiran yang sama, yaitu;

- Menyusun urutan pola pada plat
- Menghitung bagian yang tak terpakai
- Mendeteksi ruang kosong yang memungkinkan untuk diisi pola lain
- Memutar orientasi pola (rotasi) dan mengatur ulang urutan pola



## PENYUSUNAN URUTAN POLA AWAL

Penyusunan pola pada plat didasarkan pada hasil perencanaan produksi, dengan memperhitungkan luas plat bahan, banyaknya jenis pola, dan target produksi dari setiap pola. Kebutuhan akan jumlah dari setiap pola dapat berbeda, sehingga penyusunan pola pada plat sedapat mungkin menyesuaikan dengan kebutuhan tersebut (target produksi). Sebagai contoh, jika target produksi pola bujur sangkar, pola persegi panjang dan pola segitiga secara berurutan memiliki perbandingan 1:2:1, maka penyusunan awal pada plat adalah seperti yang terlihat pada gambar 2a, sedangkan jika perbandingan target produksi adalah 1:1:2, maka penyusunannya adalah sebagaimana terlihat pada gambar 2b.



Gambar 2. Penyusunan Awal Pola pada Plat

Tentunya penyusunan pola awal ini memungkinkan terjadinya komposisi yang tidak efisien dan menghasilkan banyak scrap. Namun penyusunan awal ini tetap dibutuhkan untuk menyesuaikan jumlah pola yang akan dipotong dengan rencana produksi yang telah ditetapkan.

## PERHITUNGAN JUMLAH SCRAP

Perhitungan jumlah scrap pada penelitian ini secara sederhana dilakukan dengan cara menghitung jumlah pixel pada area yang tidak tertutup oleh pola. Namun demikian, memang perlu dibuat sistem konversi dari jumlah pixel ke dalam satuan luas, untuk mendapatkan nilai luasan scrap yang sesungguhnya. Metode ini amat mudah digunakan, dibandingkan dengan perhitungan luas scrap secara manual. Konversi dari jumlah pixel ke dalam satuan luas didapatkan dengan membandingkan jumlah pixel total plat sebelum ditutup pola, dengan luas plat dalam satuan meter. Rumus ini dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\frac{L_p}{P_p} = \frac{L_s}{P_s} \dots(1)$$

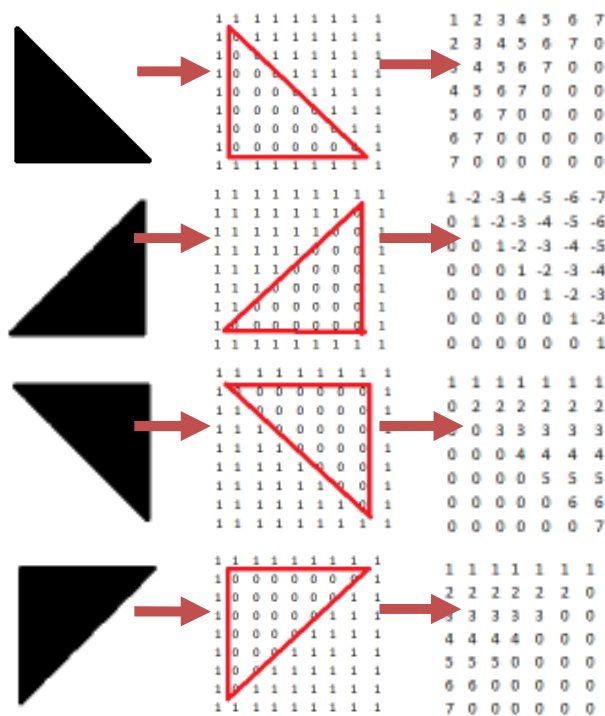
Dimana  $L_p$  adalah luas plat awal dalam satuan meter (atau satuan luas lainnya),  $P_p$  sebagai banyaknya pixel pada image plat awal,  $P_s$  adalah banyaknya pixel pada image plat yang tidak tertutup oleh pola, dan  $L_s$  adalah luas area yang dideteksi sebagai scrap. Namun luasan scrap yang sudah dideteksi ini perlu kita bedakan menjadi dua, yaitu:

- Luasan scrap yang masih bisa dipakai
- Luasan scrap yang sudah tidak bisa dipakai

Pembedaan kedua jenis luasan scrap ini didasarkan pada pola yang ada, sehingga penentuan apakah luasan scrap tersebut masih bisa dipakai atau tidak, harus melalui pencocokan antara pola-pola yang ada dengan luasan scrap yang tersedia. Sebagai contoh, jika ada di antara pola yang hendak dihasilkan terdapat pola yang memiliki luas paling kecil berbentuk persegi empat, maka sebuah area yang belum terpakai dapat dikatakan sebagai luasan scrap yang masih bisa dipakai jika dapat menampung pola persegi empat tersebut. Termasuk di dalam kategori luasan scrap yang tidak bisa dipakai adalah jarak minimum antar pola sebagai toleransi akurasi pemotongan.

## ROTASI POLA DAN STRUKTUR DATA

Setiap pola memiliki beberapa kemungkinan posisi yang berbeda untuk mengisi ruang kosong yang masih tersedia pada plat. Kemungkinan ini dibuat dengan cara melakukan rotasi terhadap pola dengan sumbu titik tertentu. Pola diputar sebesar sudut putar tertentu, yang besarnya dapat disesuaikan dengan kemampuan piranti keras yang tersedia, karena semakin kecil sudut putar berarti semakin banyak kemungkinan posisi pola, yang juga berarti semakin besar komputasi yang dibutuhkan. Dan setiap pola yang dibuat tersebut disimpan dalam sebuah struktur data yang berbentuk matriks. Struktur data ini harus dibuat sedemikian rupa, sehingga memungkinkan proses penyusunan ulang pola pada image plat. Sebuah image pola, akan diubah menjadi matriks pixel, di mana sebelumnya sebuah image yang berwarna diubah menjadi gambar hitam putih, sehingga memungkinkan matriks pixel memiliki nilai elemen binary, yaitu 0 atau 1. Sistem akan mendeteksi pola dengan mendeteksi angka 0 atau 1, tergantung warna pola dan raw material pada gambar), dan mendeteksi luasan tak terpakai dengan mendeteksi angka 1. Agar pola ini nantinya dapat dicocokkan dengan luasan yang tak terpakai pada tahap penyusunan ulang pola, maka matriks pixel ini diubah menjadi matriks struktur data (gambar 3). Matriks struktur data memiliki kolom sebanyak  $k$ , yang juga merepresentasikan banyaknya kolom pada matriks pixel. Sedangkan angka pada baris pertama dan kolom pertama selalu bernilai 1, yang menyatakan pixel 0 pertama yang terdeteksi pada pola tersebut.



Gambar 3. Rotasi Pola dan Struktur Datanya

Namun perlu diingat bahwa pixel pertama ini juga memiliki posisi baris dan kolom pada image plat secara keseluruhan, yang diberi symbol  $p_{x1}$  dan  $p_{y1}$ . Nilai pada baris berikutnya menyatakan posisi di mana terdeteksinya angka 0 berikutnya pada kolom yang sama yang bernilai  $v_y$ , yang dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 & \text{if } p_{ym} - p_{y1} \geq 0, \quad \text{then} \quad \dots (2) \\
 & v_y = p_{ym} - p_{y1} + 1 \\
 & \text{else\_if } v_y = -|p_{ym} - p_{y1} + 1|
 \end{aligned}$$

Di mana  $m$  adalah koefisien dari elemen pada matriks. Sedangkan nilai  $v_x$  adalah sama dengan nomor urutan kolom matriks.

## PENGISIAN LUASAN SCRAP UNTUK OPTIMASI

Setelah luasan scrap yang masih bisa dimanfaatkan terdeteksi, maka langkah selanjutnya adalah mencocokkan luasan scrap tersebut dengan pola yang ada. Apakah pola tersebut dapat diletakkan di sana? Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan bahwa setiap pola tadi perlu untuk dirotasi, sehingga setiap pola akan memiliki beberapa kemungkinan posisi untuk mengisi ruang yang ada. Semakin kecil sudut rotasinya, maka kemungkinan posisi yang dimiliki oleh setiap pola menjadi semakin banyak. Hal ini menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan komputasinya menjadi cukup lama. Untuk menyederhanakan masalah, untuk pola-pola pemotongan yang sederhana, sudut rotasi dapat diperbesar sehingga kemungkinan posisi pola menjadi lebih sedikit. Namun untuk pola dengan kompleksitas yang tinggi, sudut rotasi yang besar akan menyebabkan efektivitas dari sistem optimasi ini berkurang.

Untuk teknis penyusunan, sistem akan mendeteksi luasan scrap yang masih dapat terpakai, kemudian menempelkan pola-pola yang ada untuk dicocokkan pada ruang tersebut. Struktur data yang telah dibuat akan menginformasikan koordinat bentuk pola. Algoritma dari sistem ini dapat dituliskan sebagai berikut:

*Deteksi luasan\_scrap*

*Apakah luasan scrap masih bisa dipakai?*

*Jika ya → do:*

*Dari n== 1 sampai jumlah\_pola*

*Cocokkan koordinat pixel Pola(n) thd luasan scrap*

*Apakah terjadi irisan dengan pola lain atau melebihi luasan plat?*

*Jika tidak → do:*

*Masukkan Pola(n) dalam luasan*

*Break*

*End*

*End*

*Jika tidak → deteksi luasan scrap berikutnya*

*End*

Algoritma ini diterapkan secara berulang ke seluruh luasan material awal, hingga sistem tidak menemukan lagi adanya luasan scrap yang masih bisa terpakai. Ini artinya material awal telah terpakai secara optimal, dan sistem akan berhenti bekerja.

## HASIL

Metode optimasi sebagaimana dipaparkan di atas diaplikasikan menggunakan piranti lunak pengolah data, yang dapat berinteraksi dengan pengguna (gambar 4). Piranti lunak ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan ukuran dari material plat yang digunakan.

Optimasi Pemotongan Plat

Input Data Raw Material

Panjang (pola): 40  
Lebar (pola): 20  
Set Raw Material

Input Data Pola (Pattern)

Segi Tiga

Tinggi: 4  
Panjang: 6  
Jumlah (ratio): 2  
Sudut Rotasi: 90  
Tambahkan

Persegi Empat

Tinggi: 4  
Panjang: 8  
Jumlah (ratio): 1  
Sudut Rotasi: 90  
Tambahkan

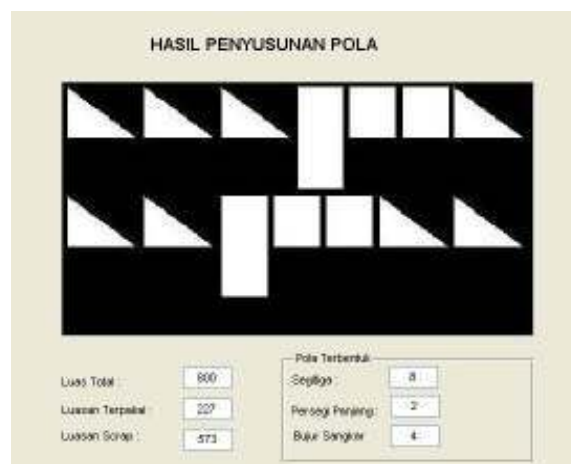
Bujur Sangkar

Tinggi: 4  
Panjang: 4  
Jumlah (ratio): 3  
Sudut Rotasi: 90  
Tambahkan

Jalankan Optimasi

Gambar 4. Interface Sistem Optimasi

Namun untuk jenis pola yang digunakan, masih terbatas pada pola-pola sederhana yang bentuk dan ukurannya telah ditentukan sebelumnya, yaitu segitiga, persegi empat dan bujur sangkar. Begitu pula dengan sudut rotasi yang digunakan bukanlah merupakan variabel, namun telah ditetapkan sebesar seperempat lingkaran, sehingga untuk pola segitiga ada empat kemungkinan posisi, persegi empat memiliki dua kemungkinan posisi, sedangkan bujur sangkar memiliki satu kemungkinan posisi. Untuk menguji algoritma yang telah dibuat, maka dengan pola-pola sederhana ini, ditentukan luas raw material dan rasio target produksi, sehingga sistem dapat menyusun pola pada plat sebagai susunan awal. Pada contoh yang tertera pada gambar rasio produksi dari setiap pola adalah 2:1:3. Susunan awal pola ini dapat terbentuk dengan baik, dan jumlah luasan scrap juga berhasil didapatkan (gambar 5). Setiap pola diberikan suaian pinggir, yang berguna sebagai pembatas antara pola yang satu dengan yang lain, atau pembatas antara pola dengan pinggir material awal. Hal ini adalah aspek yang penting untuk dimasukkan ke dalam sistem kecerdasan buatan semacam ini, mengingat bahwa pada kenyataannya, pemotongan plat selalu membutuhkan toleransi untuk memberikan ruang pada terjadinya ketidak-akuratan pemotongan (Muthu dkk,2009)



Gambar 5. Susunan Awal Pola oleh Sistem

Namun tentu saja susunan awal ini masih belum optimal karena banyaknya scrap yang terjadi. Untuk itu pengguna dapat menekan tombol 'jalankan optimasi' untuk menjalankan sistem optimasi yang telah dibuat. Pada optimasi yang pertama, didapatkan penyusunan ulang sebagaimana terlihat pada gambar 6. Pengisian luasan scrap yang masih bisa dipakai juga dilakukan mengacu pada target produksi. Sistem akan mendeteksi luasan scrap yang masih bisa dipakai dengan menghitung jumlah pixel pada luasan tersebut, kemudian mencocokkan setiap pola yang ada (termasuk pola hasil rotasi) untuk mengisi luasan scrap tersebut, sesuai dengan algoritma yang telah dijelaskan di atas. Pada tahap ini sistem melakukan komputasi yang cukup banyak, sehingga menyebabkan jalannya program menjadi relatif cukup lama. Dan pada hasil optimasi yang pertama ini dapat dilihat bahwa belum seluruh luasan scrap yang masih bisa dipakai tadi telah dimanfaatkan, sehingga pengguna dapat menjalankan proses optimasi kedua, ketiga dan seterusnya, sehingga didapatkan susunan pola akhir dengan jumlah scrap yang minimal. Pada susunan akhir pola (gambar 7), kita dapatkan bahwa jumlah setiap pola memang tidak lagi sesuai persis dengan rasio target produksi, karena pada setiap tahap optimasi, sistem yang dibuat ini belum merekam jumlah setiap pola yang ditambahkan pada plat, sedangkan proses pencocokan luasan scrap dengan pola selalu dimulai dengan pola yang pertama, kedua dan seterusnya. Hal ini menyebabkan pola pertama akan menjadi lebih dominan untuk dimasukkan ke dalam luasan scrap yang masih bisa dipakai.



Gambar 6. Susunan Pola Setelah Optimasi Pertama



Gambar 7. Susunan Akhir Pola oleh Sistem

## KESIMPULAN

Sistem yang dibuat berdasarkan metode yang dikembangkan dalam penelitian ini telah berhasil melakukan optimasi terhadap proses penyusunan pola pada plat secara otomatis. Serangkaian algoritma telah disusun beserta kaidah dan struktur datanya, dan diujicobakan dengan beberapa pola sederhana menggunakan piranti lunak. Hasil akhir dari proses optimasi oleh sistem ini menyajikan susunan pola yang telah dioptimasi, jumlah dari setiap pola yang dihasilkan, serta jumlah luasan scrap yang masih tersisa. Kendala utama dari sistem ini adalah banyaknya komputasi yang harus dilakukan oleh sistem, sehingga hasil didapatkan dalam waktu yang cukup lama. Selain itu, agar sistem ini dapat menjadi kecerdasan buatan yang benar-benar aplikatif di dunia industri, maka dibutuhkan beberapa penyempurnaan sebagai berikut:

- Sistem sebaiknya mampu menjadikan pola sebagai variabel bebas yang dapat diinput oleh pengguna. Hal ini dikarenakan banyaknya pola yang dibutuhkan di dunia industri, bahkan bentuk dan ukuran pola senantiasa berubah di sebuah industri karena desain produk juga berubah menyesuaikan dengan tuntutan dan kebutuhan konsumen.
- Besarnya sudut rotasi harus dapat ditentukan oleh pengguna, di mana hal ini juga akan menyebabkan semakin banyaknya kemungkinan posisi pola untuk ditempatkan pada luasan scrap yang masih bisa dipakai. Untuk bentuk pola yang rumit, sudut rotasi yang kecil akan sangat membantu dalam mengoptimalkan luas material awal yang ada.
- Jalannya optimasi seharusnya dapat dilakukan dengan sekali penekanan tombol. Pada sistem yang telah dibuat, penekanan tombol optimasi harus ditekan berulang kali untuk mendapatkan hasil akhir yang terbaik.

Dengan banyaknya penyempurnaan yang harus dilakukan, maka untuk itu masih diperlukan penelitian lanjutan dengan penyederhanaan algoritma dan struktur data, penyempurnaan pada jumlah akhir setiap pola yang sesuai dengan target produksi, serta uji coba dengan pola yang lebih rumit. Diharapkan jika penyempurnaan tersebut dapat dilakukan, maka sistem ini dapat diaplikasikan pada dunia industri.

## REFERENSI

- Campos A. A. (2011). **Development of an Optimization Framework for Parameter Identification and Shape Optimization Problems in Engineering**. Int Journal of Manufacturing, Material and Mechanical Engineering 1(1): 57-79
- Elmaghraby AS., Abdelhafiz E., Hassan MF., (2009). **An Intelligent Approach to Stock Cutting Optimization**. European Journal of Operation Research
- Junaid J.A., Sahir M.H. (2010). **Development of Optimal Cutting Plan using Linear Programming Tools and MATLAB Algorithm**. International Journal of Innovation, Management and Technology, Vol.1 no.5, ISSN: 2010-0248
- Ling Huang, Hu Bo, Qin Xi, (2010). **The Optimization Algorithm of Cutting Edge-Shared Rectangular Plate**. Information Engineering and Computer Science (ICIECS) 2<sup>nd</sup> Int. Conference on 25-26 Dec 2010, page 1-3
- Muthu P., Dhanalakshmi V., Sankaranarayanan K., (2009). **Optimal Tolerance Design of Assembly for Minimum Quality Loss and Manufacturing Cost using Metaheuristic Algorithm**. Int. Journal of Advanced Manufacturing Technology 44:1154-1164, Springer-Verlag London Ltd.
- Ying S., Zhi-hong L., Xiao-qing L., (2009). **The Metal Plate Cutting Patterns with Length-constrained Strips**. Journal of Chuxiong Normal University, China.