

ISBN 979-978-96964-9-8



Fakultas Teknologi Industri
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

SEMINAR NASIONAL
TEKNOIN
2012

**Pengembangan Teknologi Manufaktur untuk Menunjang
Penguatan Daya Saing Bangsa**

TEKNIK INFORMATIKA

YOGYAKARTA, 10 NOVEMBER 2012

ISBN No. 978-979-96964-3-9

Prosiding
Seminar Nasional Teknoin 2012

**“Pengembangan Teknologi Manufaktur untuk Menunjang
Penguatan Daya Saing Bangsa”**

Yogyakarta, 10 November 2012

Bidang Teknik Informatika

diselenggarakan oleh:

**Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**

Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2012
ISBN: 979-978-96964-9-8

Diterbitkan oleh:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T. 0274-895287, 0274-895007 Ext 110/200
F. 0274-895007
E. seminarteknoin@yahoo.com, teknoin@uii.ac.id
W. seminarteknoin.fit.uii.ac.id

Hak Cipta ©2012 ada pada penulis

Artikel pada prosiding ini dapat digunakan, dimodifikasi, dan disebarakan secara bebas untuk tujuan bukan komersil (non profit), dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang kecuali mendapatkan izin terlebih dahulu dari penulis.

Organisasi Penyelenggara

Penanggung Jawab	: Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc.	Dekan
Pengarah	: Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., MT. Dra. Kamariah, MS. Drs. Mohammad mastur, MSIE Yudi Prayudi, S.Si, M.Kom Tito Yuwono, ST., M.Sc Agung Nugroho Adi, ST., MT.	Wakil Dekan Direktur Pascasarjana MTI Ketua Jurusan Teknik Kimia Ketua Jurusan Teknik Industri Ketua Jurusan Teknik Informatika Ketua Jurusan Teknik Elektro Ketua Jurusan Teknik Mesin
Ketua Pelaksana Bendahara	: Risdiyono, ST., M.Eng., D.Eng. : 1. Yustiasih Purwaningrum, ST., MT. 2. Erawati Lestari, A.Md.	
Reviewer	: 1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng. 2. Dr. Ir. Rila Mandala, M.Eng. 3. Ir. Muhammad Waziz Wildan, M.Sc., Ph.D. 4. Risdiyono, ST., M.Eng., D.Eng. 5. Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. 6. Ir. Erlangga Fausa, M.Cis 7. Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D. 8. Asmanto Subagyo, M.Sc. 9. Izzati Muhaimmah, ST., M.Sc. Ph.D. 10. Hendra Setiawan, ST., MT. D.Eng. 11. Muhammad Ridlwan, ST., MT.	
Makalah & Prosiding: Koordinator	Purtojo, ST., M.Sc. 1. Khamdan Cahyari, ST., M.Sc. 2. Firdaus, ST., MT. 3. Hanson Prihantoro, ST., MT. 4. Jerri Irgo, SE., MM. 5. Heri Suryantoro, A.Md. 6. Bagus Prabawa Aji, ST. 7. Adi Swandono, A.Md.	
Sekretariat: Koordinator	M. Faizun, ST., M.Sc. 1. Indah Kurniasari, SP 2. Muhammad Susilo Atmodjo 3. Pangesti Rahman, SE.	
Sie. Acara dan Publikasi: Koordinator	Arif Hidayat, ST., MT. 1. Dyah Retno Sawitri, ST. 2. Agus Sumarjana, ST. 3. Suwati, S.Sos.	

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Seminar Nasional Teknoin 2012 dapat terselenggara.

Seminar Nasional Teknoin merupakan seminar tahunan yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta bekerja sama dengan Jurnal Teknologi Industri (TEKNOIN). Sejak pertama kali diselenggarakan pada tahun 2004, seminar ini telah menjadi sarana terjalannya kerjasama, transfer pengalaman dan pengetahuan di antara berbagai pihak dari kalangan akademisi, peneliti, pelaku industri dan elemen masyarakat lainnya baik dari unsur pemerintah maupun swasta. Sejalan dengan visi Universitas Islam Indonesia yang berkomitmen pada kesempurnaan (keunggulan) serta *risalah Islamiyah* di bidang pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat dan dakwah, seminar ini diharapkan mampu memberikan manfaat dan kontribusi nyata bagi kemajuan bangsa.

Di usianya yang ke 9, Seminar Nasional Teknoin 2012 kali ini mengambil tema : **“Pengembangan Teknologi Manufaktur untuk Menunjang Penguatan Daya Saing Bangsa”**. Tema ini dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa peningkatan daya saing bangsa merupakan sebuah keniscayaan yang harus dilakukan dalam menghadapi era globalisasi. Usaha ini akan berhasil jika seluruh elemen masyarakat memberikan kontribusi yang optimal sesuai bidangnya masing-masing. Di sektor industri, parameter-parameter yang sering dipakai dalam mengukur daya saing bangsa biasanya lebih ditentukan oleh kualitas sumber daya manusia (SDM) daripada kualitas sumber daya alam (SDA) sebuah negara. Kerjasama multidisiplin yang melibatkan berbagai pihak, baik pemerintah maupun swasta mutlak diperlukan. Untuk itu, Seminar Nasional Teknoin dikemas menjadi forum diseminasi berbagai disiplin ilmu diantaranya bidang ilmu Teknik Kimia, Teknik Industri, Teknik Informatika, Teknik Elektro dan Teknik Mesin.

Dalam seminar ini, *alhamdulillah* terdapat 143 buah makalah (dari 260 abstrak yang diterima) dan yang telah direview oleh tim serta layak untuk masuk ke dalam Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2012 (ISBN No. 978-979-96964-3-9) dan dipresentasikan. Adapun tiap bidang ilmu terdiri atas : 21 makalah bidang Teknik Kimia dan Tekstil, 35 makalah bidang Teknik Industri, 29 makalah bidang Teknik Informatika, 20 makalah bidang Teknik Elektro, serta 38 makalah bidang Teknik Mesin.

Pada kesempatan ini, kami selaku ketua pelaksana menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pimpinan Fakultas Teknologi Industri UII, segenap Pimpinan Jurusan dan Pimpinan Program Pascasarjana di lingkungan FTI UII, tim reviewer, dan seluruh panitia pelaksana yang telah berusaha maksimal dan bekerjasama dengan baik hingga terlaksananya acara ini.

Ucapan terima kasih kami sampaikan juga kepada Assoc. Prof. Dr. Pisut Komsaap yang telah berkenan menjadi keynote speaker dalam seminar ini. Kepada seluruh peserta dan pemakalah serta semua pihak yang telah berpartisipasi, kami sampaikan terima kasih dan permohonan maaf atas kekurangsempurnaan kami.

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 10 November 2012
Ketua Panitia,

Risdiyono, ST, M.Eng, D.Eng

Sambutan
Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Rendahnya daya saing bangsa Indonesia akibat belum kondusifnya kinerja perekonomian nasional merupakan salah satu persoalan yang perlu dicermati bersama. Di sektor industri, berbagai hal yang berkaitan dengan sistem produksi, pemanfaatan tenaga kerja, akses ke sumber daya keuangan, manajerial, infrastruktur, teknologi, standarisasi, perlindungan konsumen dan analisa pasar merupakan contoh faktor yang mempengaruhi daya saing suatu bangsa.

Tidak bisa dipungkiri bahwa peningkatan daya saing merupakan sebuah keniscayaan yang harus dilakukan dalam menghadapi era globalisasi. Usaha ini akan berhasil jika seluruh elemen masyarakat memberikan kontribusi yang optimal sesuai bidangnya masing-masing. Daya saing bangsa biasanya lebih ditentukan oleh kualitas sumber daya manusia (SDM) daripada kualitas sumber daya alam (SDA) sebuah negara. Kerjasama multidisiplin yang melibatkan berbagai pihak, baik pemerintah maupun swasta mutlak diperlukan.

Berkenaan dengan hal itu, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta menyelenggarakan Seminar Nasional Teknoin yang pada kesempatan ini telah menginjak usia yang ke 9. Di seminar ini kami mengundang para akademisi, peneliti, pelaku industri dan seluruh elemen masyarakat untuk berperan serta baik sebagai pemakalah maupun peserta. Beragam konsep, hasil pemikiran, dan hasil riset tentang teknologi akan disajikan dan dibahas pada Seminar Nasional ini.

Sebagai sebuah forum ilmiah, seminar ini diharapkan menjadi media diseminasi informasi hasil penelitian dan perkembangan mutakhir antar pihak dengan berbagai latar belakang, mulai dari kalangan perguruan tinggi, lembaga penelitian, pemerintah/pengambil kebijakan, dan pihak industri. Diskusi antarpihak dengan berbagai perspektif ini diharapkan dapat memperluas social networking dan menghadirkan visualisasi yang lebih lengkap atas berbagai perkembangan penelitian di bidang teknologi industri, dan pada gilirannya diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan teknologi dan pemanfaatannya di Indonesia.

Atas nama Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi atas terselenggaranya Seminar Nasional Teknoin 2012 ini. Seminar ini dapat berlangsung karena usaha terbaik dari panitia pelaksana.

Akhir kata, selamat berseminar.

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Dekan,

Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc.

Executive Summary of Keynote Speech

Manufacturing Technology Development for Customer Involvement in Value Creation

Assoc. Prof. Dr. Pisut Koomsap

A-Cube Research Group,
Industrial and Manufacturing Engineering,
School of Engineering and Technology,
Asian Institute of Technology,
Km. 42 Paholyothin Rd. Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand,
Tel: (662) 524-5678; Fax: (662) 524-5697; Email: pisut@ait.ac.th

Advancement of technology has opened up a competitive market that led to the change of product development fundamental from manufacturer-oriented to customer-oriented. The competitive environment has powered customers to demand for better responsiveness, and has forced manufacturers to timely deliver quality products and service to satisfy customer expectations. Design of manufacturer in the early days has been replaced by design for customer at the present time.

However, customer involvement has been limited to expressing their voices until the debut of mass customization concept which each product is aimed to be made to meet a specific customer's need. Customers can take a proactive role in their needs and negotiate to meet their requirements. Manufacturers allow them to involve reconfiguring products during assembly stage. They can mix and match parts to form their own products. Nevertheless, the concept has some limitations when it comes down to implementation. To serve individual needs that quite vary from one person to another, exponential increase of variety will occur and lead to high cost and long lead time. With rigid manufacturing system, manufacturers are required to build up the inventory of variety of components to be ready. As a result, mass customization, in practice, remains at a group of customers with similar preference, not yet reached to individual customer.

Recently, we have proposed design by customer concept to satisfy individual customers by letting them to flexibly involve in defining product of their personal requirements at any stages of value chain, and framework has been established to assist manufacturers on realizing the concept. To encourage customer involvement, maximum possible channels in the value chain should be opened for ease of access, but the level of involvement that can vary from design from scratch to select available items is depended upon customer's interests as well as manufacturer's readiness. Therefore, product attribute analysis that takes key customer needs, manufacturer's capability and constraints has been developed as a tool for determining the level of involvement, and crowd screening process has also been introduced to manage product variety.

Presented in this talk is our ongoing research on manufacturing technology development to support customer involvement in design by customer concept. The research includes the development of hardware, software, algorithm, and their integration to form an intelligent manufacturing system that allows manufacturers to respond rapidly to individual customers. The system is customer-oriented. It has been developed to accommodate customer interest which maybe expressed in various formats such as CAD model, drawing, physical object, sketch or photograph. The system composes of three parts: input transformation, toolpath generation and fabrication technology, and can serve both 2D and 3D applications. It transforms these inputs to be a general form of contour images for 2D product or a stack of contour images for 3D product. Topological hierarchy contour tracing algorithm has been developed for automatic toolpath generation. This algorithm can trace a set of one-pixel wide closed contours that may appear as nested contours, interconnected contours or their combination. It is applied on the images to obtain coordinates on all contours. The ordered sequences of coordinates are then used to generate commands for fabrication a product.

Contour cutting and screen printing are examples of 2D application. Zero G-code two axes servo table has been developed for abrasive waterjet machining. It allows inexperience users to complete cutting any complicated contours in very short period of time without writing a single G-code. Its integration with contour tracing algorithm makes it possible for rapid contour cutting from a contour image. Multi-color screen printing system has also been developed to illustrate design by customer concept. The system is capable of creating screen quickly from customer design and used on a flat screen printing machine that is capable of adjusting screen automatically for multi-color printing.

Bidang Teknik Informatika
Yogyakarta, 10 November 2012

Additive manufacturing has been our focus on 3D application. A few rapid prototyping techniques have been developed in house. Direct slicing approach has been researched for transforming 3D CAD model to be a stack of contours. However, it is quite often that customers do not come with 3D CAD models; instead they may bring physical objects, or rough sketches. Therefore, interfacing between rapid prototyping (RP) with reverse engineering (RE), geometric reconstruction (GR), and 3D sketch-based modeling have been researched also to transform rapidly those inputs to be physical prototypes.

For RE-RP interface, unlike all existing interface approaches which acquire entire surface data from an object and perform data reduction, our adaptive reverse engineering acquires data selectively and locally layer by layer according to the complexity of the object. Structure light system has been applied to induce feature on the object surface to appear explicitly for selective data acquisition algorithm that applies image processing to analyze the complexity of the object before recommending the scanning positions. The output is a stack of contours that can be used directly for toolpath generation. Similarly, GR-RP interface has been developed for direct fabrication of a physical prototype from an orthographic views drawing without reconstruction of its 3D CAD model. This success has led us to another development on direct fabrication of a prototype from a paper-based freehand sketch which is a natural communication channel used for expressing idea.

In conclusion, several manufacturing technologies have been being developed to support customer involvement in our design by customer concept but the development has not been completed yet. There is still big room for improvement to make these technologies more robust. Also, full implementation of design by customer is still waiting to be explored.

Daftar Isi

Organisasi Penyelenggara	i
Kata Pengantar	iii
Sambutan Dekan FTI UII	v
Executive Summary Of Keynote Speech	vii
Daftar Isi	ix
Makalah Bidang Teknik Informatika	C-1
01 Meningkatkan Kinerja Naïve Bayes Classifier (NBC) Untuk Klasifikasi Teks dengan Menggunakan Clustering untuk Pemilihan Feature Kata	C-3
Amir Hamzah	
02 Pembentukan Family Of Parts dalam Group Technology dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Bertipe Kohonen	C-11
Andi Sudiarso, Annisa Uswatun Khasanah	
03 Aplikasi Informasi Pom Bensin Di Jakarta Utara Berbasis Mobile	C-17
Ayu Saputry, Ana Kurniawati	
04 Penerapan Cloud Computing untuk Usaha Kecil dan Menengah	C-23
Bekti Maryuni Susanto	
05 Model untuk Pemilihan Makalah Terbaik dengan Metode Profile Matching	C-29
Deborah Kurniawati	
06 Kolaboratif Domain Metadata Beragam menggunakan Web Semantik untuk Rekomendasi Alternatif Informasi	C-37
Devi Munandar	
07 Program Open GL pada Pembuatan Objek Gambar Segi Tiga (Triangle) dan Segi Empat (Quadrilateral)	C-43
Diana Ikasari, Tristyanti Yusnitasari	
08 Rancang Bangun VMS (Vessel Monitoring System) Transmitter untuk Mendukung Pembangunan Sistem Pemantauan Perjalanan Kapal Penangkap Ikan	C-51
Djohar Syamsi, Akbari Indra Basuki	
09 Optimasi Struktur Basis Data pada Sistem Pemantauan Kondisi Perairan Air Laut Propinsi Bangka Belitung	C-59
Ekasari Nugraheni, P. Husnul Khotimah	
10 Pengukuran Service Quality di Perpustakaan	C-65
Gunadi Sukwarsa, Ig. Jaka Mulyana, Julius Mulyono	

- 11 **Comparative Opinion Mining dari Jejaring Sosial Berbahasa Indonesia** C-71
Harlili, ZK Abdurahman Baizal
- 12 **Perancangan Sistem Informasi Catatan Hasil Diagnosis Penyakit pada Pasien
Pusat Kesehatan Masyarakat** C-77
Harsiti, Tb. Ai Munandar, Roy Amrullah Ritonga
- 13 **Implementasi Student Attendance System (SAS) berbasis SMS Gateway di
Sekolah Dasar dan Menengah** C-85
Iwan Vanany, Mansur Maturidi Arief
- 14 **Sistem Rekomendasi Pemilihan Menu Makanan Seimbang Sesuai Angka
Kecukupan Gizi dengan Metode Simpleks** C-91
Madinatul Munawaroh, Ristu Saptono, S.Si., M.T., Esti Suryani S.Si., M.Kom.
- 15 **Sistem Penilaian Pejabat Struktural dengan Metode Analytical Hierarchy
Process (AHP) dan Linear Programming** C-97
Maria Adelvin Londa, Kristina Sara
- 16 **Perbaikan Citra dengan Menggunakan Metode Histogram Equalization** C-113
Muhammad Kusban
- 17 **Dynamic Connection Logging System for Mikrotik Router Board** C-121
Muhammad Tirta Mulia, Ferry Mulyanto
- 18 **Penerapan Forward Chaining dan Deterministic Finite Automata (DFA) pada
Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kanker Kandungan Berbasis Web** C-127
Novhirtamely Kahar, Rina Yunita
- 19 **Aplikasi Fuzzy Multi Criteria Decision Making Untuk Pemilihan Dosen Terbaik
(Studi Kasus: STMIK Nurdin Hamzah Jambi)** C-135
Reny Wahyuning Astuti, Sukma Puspitorini, Haryanti
- 20 **Geographic Information System (GIS) untuk Pengelolaan Pemakaman (Studi
Kasus : Dinas Pemakaman dan Pertamanan Kota Bandung)** C-143
Risnandar, Franki Halberd
- 21 **Modifikasi Nilai Atribut Personnel Continuity (PCON) Model COCOMO II
untuk Estimasi Usaha Perangkat Lunak** C-151
Sri Andayani
- 22 **Aplikasi Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM) Metode Simple
Additive Weighting (SAW) untuk Menentukan Lokasi Pembangunan
Perumahan (Studi Kasus PT. Halina Mutiara Jambi)** C-159
Sukma Puspitorini, Reny Wahyuning Astuti, Desvri Ari
- 23 **Analisa Penentuan Dan Pemilihan Jurusan Untuk Siswa Sekolah Menengah
Atas Menggunakan Metode Fuzzy logic** C-167
Sumiati, Suherman, Sanmakhrozal Haqiqi, Tb. Ai Munandar

- 24 Aplikasi Pendukung Keputusan untuk Seleksi Awal Sertifikasi Guru pada Dinas Pendidikan Kota Jambi C-175**
Tamrin Syah, Sukma Puspitorini, Nanda Sudharma
- 25 Aplikasi Pelaporan Jalan Rusak pada Perangkat Mobile Berbasis Android C-181**
Widianto Pratama, Kemal Ade Sekarwati
- 26 Integrasi Spektral Atribut Data Cuaca C-189**
Wiwin Suwarningsih, Endang Suryawati
- 27 Ekstraksi Pengetahuan Implisit Basisdata Aplikasi Edukasi Kesehatan C-195**
Wiwin Suwarningsih, Endang Suryawati
- 28 Transformasi Objek Gambar Segi Empat (Quadrilateral) Menggunakan OpenGL 3.2 C-201**
Yulia Chalri, Yuli Karyanti
- 29 Sistem Monitoring Suhu pada Reaktor Pyrolysis Berbasis Web C-207**
Ami Fauzijah, Astrid Retno Adiningsih

Perbaikan Citra dengan Menggunakan Metode Histogram Equalization

Muhammad Kusban

Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan 57102 Surakarta.

Telp. +62 271 717417. Faks: +62 271 715448

E-mail: muhammadkusban@gmail.com

Abstrak

Kerangka umum perbaikan citra berdasarkan histogram equalization telah banyak digunakan peneliti terutama untuk meningkatkan kontras citra. Namun dengan metode ini menghasilkan nilai kontras yang berlebihan sehingga menampilkan bentuk yang tidak alami serta munculnya cacat visual. Dalam tulisan ini kami menggunakan metode yang disebut Probability Distribution Histogram Equalization (PDHE). Mula-mula citra dihitung nilai Probability Density Function (PDF) hasil yang didapat untuk mencari nilai Cumulative Distribution Function (CDF). Selanjutnya hasil yang didapatkan digunakan untuk nilai acuan dalam alih ragam point-wise citra keabuan. Evaluasi ujicoba yang telah dilakukan, nilai optimal keluaran citra hasil histogram equalization dengan menggunakan ukuran window [35 35] dengan SNR = 1.52 dan waktu proses yang dibutuhkan 3.067741 detik. Metode ini menghasilkan keluaran citra yang lebih baik secara visual bila dibandingkan dengan metode histogram equalization klasik. Sebagai pembanding, diperlihatkan hasil histogram dan tampilan citra dengan metode spesifikasi histogram dan metode lokal histogram.

Kata kunci: histogram equalization, PDHE, spesifikasi dan lokal histogram, SNR

Pendahuluan

Citra digital merupakan representasi biner dari citra dua dimensi berupa elemen nilai berbentuk *array* yang disebut piksel yang memiliki nilai numeris. Secara umum, histogram merupakan perkiraan dari nilai distribusi probabilitas tipe data tertentu. Untuk citra histogram, distribusi probabilitas berupa nilai kecerahan warna yang diukur dari nilai 0 untuk warna gelap hingga nilai 255 untuk warna putih. Bila dipetakan dalam sebuah koordinat, sumbu horisontal mewakili nilai kecerahan 0 – 255 (8 bit), dan sumbu vertikal mewakili nilai frekuensi piksel yang merupakan jumlah piksel yang sama yang muncul di keseluruhan citra. Proses merubah nilai dalam sumbu horisontal dan vertikal untuk mendapatkan bentuk keluaran yang berbeda dari aslinya disebut proses ekualisasi histogram (*histogram equalization*). Ekualisasi histogram dapat diterjemahkan sebagai proses meratakan keseluruhan nilai keabuan citra ke dalam kawasan kecerahan (*brightness*). Cara yang sering digunakan adalah dengan melebarkan nilai intensitas yang berada dalam daerah sumbu horisontal secara penuh sehingga dicapai nilai intensitas kontras dengan nilai maksimum. Cara demikian akan efektif bilamana citra yang akan diproses memiliki tingkat kontras yang berdekatan, yaitu antara warna latar belakang (*background*) dan latar depan (*foreground*) sama, baik keduanya gelap atau keduanya putih. Aplikasi aktualisasi histogram merupakan cara langsung meningkatkan perbaikan citra terutama meninggikan nilai kontras dengan cara melebarkan nilai intensitas frekuensi [1, 3, 6].

Terdapat tiga tipe teknik perbaikan citra dengan menggunakan modifikasi nilai piksel [7, 8] yaitu operasi titik, operasi blok, dan operasi ketetangaan. Operasi titik (*point operation*) – yaitu masing-masing piksel dimodifikasi sesuai dengan rumus tertentu yang bebas satu sama lainnya antar piksel dalam satu citra, operasi blok (*mask operation*) – yaitu operasi citra dari satu piksel ke piksel lainnya dimodifikasi dengan menggunakan blok piksel ketetangaan (*pixel neighbors*), dan operasi global (*global operation*) – yaitu proses modifikasi satu demi satu nilai piksel dengan menggunakan keseluruhan unsur nilai piksel yang ada dalam citra tersebut. Teknik perbaikan citra melalui ekualisasi histogram masuk dalam kategori operasi titik. Karena bersifat operasi titik, maka nilai yang didapat tidak dapat dikembalikan ke nilai semula (*lossy*). Perbaikan citra pada umumnya dapat dilakukan dalam kawasan spasial seperti operasi dalam piksel dan dalam kawasan frekuensi seperti penggunaan Fourier transform [6]. Dalam pemrosesan histogram terdapat tiga operasi yang sering digunakan yaitu ekualisasi histogram, spesifikasi histogram, dan lokal histogram [6, 7, 8].

Normalisasi fungsi histogram adalah fungsi histogram yang dibagi dengan jumlah piksel citra yang tertulis dalam persamaan (1). Proses normalisasi histogram digunakan bila mendapatkan nilai intensitas histogram merata dalam keseluruhan operasi daerah warna atau daerah keabuan. Proses normalisasi histogram memiliki keuntungan untuk memperbaiki citra yang terdistorsi karena cacat akibat gerakan kamera.

$$P(r_k) = \frac{h(r_k)}{n} = \frac{n_k}{n} \quad (1)$$

Dengan menggunakan persamaan (1) tersebut, akan didapat intensitas piksel dengan nilai distribusi berkisar antara nilai 0 dan 1, yang selanjutnya dapat digunakan untuk mendapatkan nilai distribusi yang seragam (*uniform distribution*). Proses mendapatkan nilai distribusi seragam ini disebut proses ekualisasi histogram, yang terlihat dalam persamaan (2).

$$T(r_k) = \sum_{j=1}^k P(r_j) \quad (2)$$

Dalam persamaan (2), yaitu nilai fungsi normalisasi histogram dari nilai 1 hingga k, dijumlahkan guna mendapatkan intensitas r_k yang akan dipetakan dalam daerah keabuan sehingga nilai normalisasi histogram masih dalam kisaran 0 hingga 1. Dalam beberapa aplikasi, nilai ekualisasi dapat dikalikan dengan konstanta tertentu untuk mendapatkan nilai bulat.

Untuk spesifikasi histogram dikenal juga dengan nama *histogram matching*, yaitu proses memetakan masukan citra ke bentuk citra baru dengan menggunakan sebuah histogram yang telah ditentukan persamaan fungsinya. Metode ini berguna untuk meningkatkan tampilan kontras dan kecerahan yang mencolok antara latar depan dan latar belakang. Disamping itu, proses spesifikasi histogram digunakan peneliti sebagai langkah awal pembandingan antar citra [6]. Nilai spesifikasi yang dipilih dapat bebas nilainya guna mendapatkan transformasi fungsi $G(z)$, seperti terlihat dalam persamaan(3).

$$G(z) = \sum_0^z P_z(w) \approx \sum_{i=0}^z \frac{n_i}{n} \quad (3)$$

Sedangkan untuk proses lokal histogram, memiliki manfaat bila digunakan untuk memperbaiki citra dalam area luas *window* tertentu, yang selanjutnya hasil yang diperoleh dipetakan kembali ke dalam daerah asal untuk menampilkan histogram secara keseluruhan.

Proses ekualisasi histogram terdiri dari empat langkah [8] sebagai berikut: Mencari jumlah nilai histogram. Menormalkan nilai histogram langkah ke satu dengan membagi keseluruhan nilai piksel. Mengalikan nilai langkah ke dua dengan nilai maksimum yang ada dalam langkah ke satu kemudian dibulatkan. Dan membuat pemetaan nilai keabuan hasil langkah ke tiga dengan cara korespondensi satu demi satu. Sebagai ilustrasi dapat diperlihatkan dalam nilai Tabel 1.

Tabel 1. Langkah mendapatkan nilai ekualisasi histogram

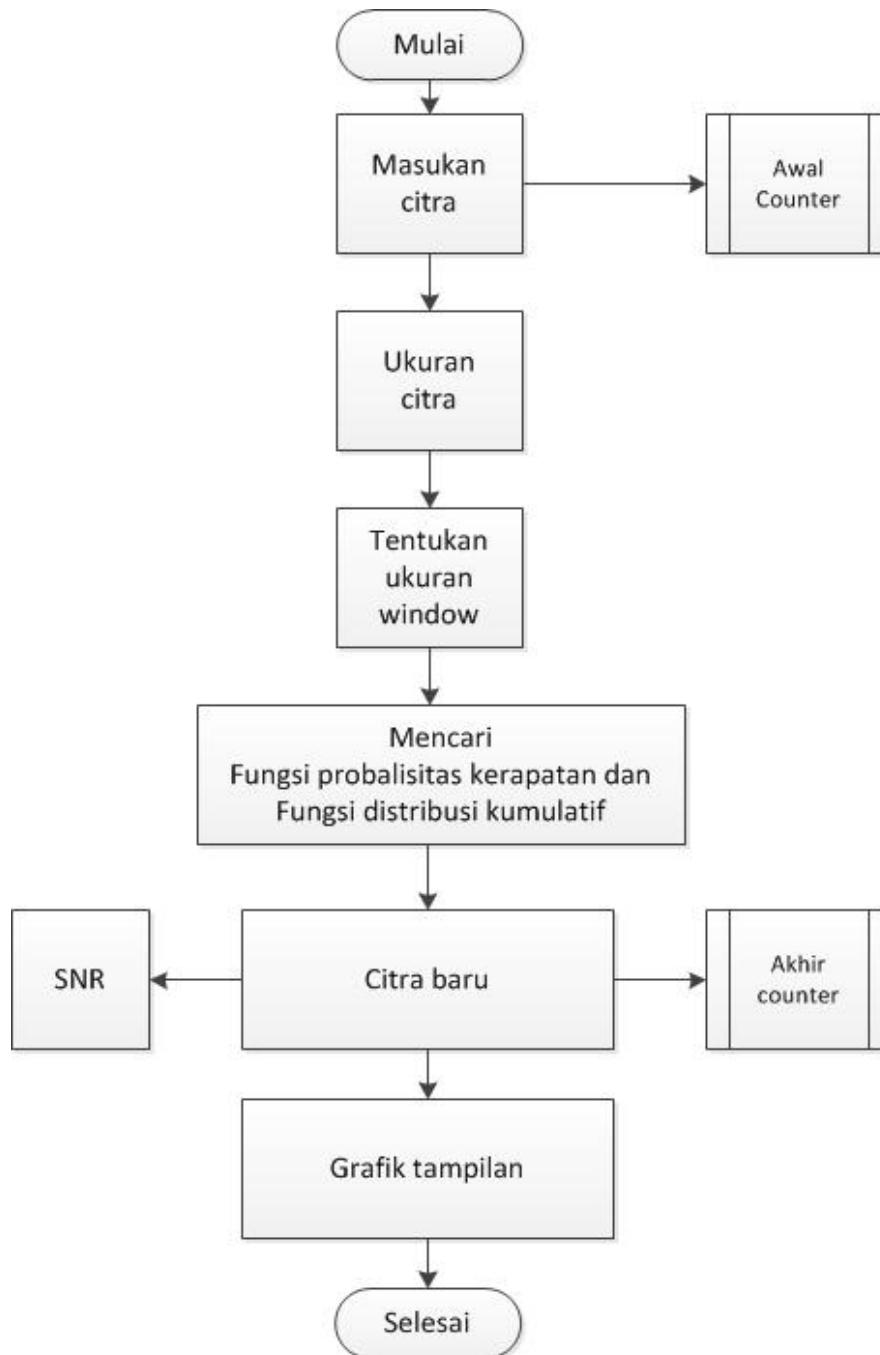
Langkah pertama								
Nilai keabuan	0	1	2	3	4	5	6	7
Nilai piksel	10	8	9	2	14	1	5	2
Langkah pertama hingga ke empat								
Nilai keabuan	0	1	2	3	4	5	6	7
Nilai piksel	10	8	9	2	14	1	5	2
Jumlah	10	18	27	29	43	44	49	51
Normalisasi	10/51	18/51	27/51	29/51	43/51	44/51	49/51	51/51
Dikalikan keabuan	1	2	4	4	6	6	7	7
Langkah ke empat								
Lama	0	1	2	3	4	5	6	7
Baru	1	2	4	4	6	6	7	7

Tujuan dari penelitian perbaikan citra dengan ekualisasi histogram adalah untuk mendapatkan nilai estimasi penggunaan nilai *window* yang optimal, serta lama waktu proses yang dibutuhkan selama perbaikan citra berlangsung. Dengan nilai yang didapat, dapat dibandingkan hasilnya dengan menggunakan metode spesifikasi histogram dan lokal histogram, sehingga didapatkan kesimpulan penggunaan aplikasi histogram di dalam perbaikan citra terutama citra daerah keabuan.

Beberapa penelitian ekualisasi histogram telah dilakukan untuk mendapatkan optimalisasi perbaikan citra. Kim [1] menyatakan bahwa dengan menggunakan ekualisasi histogram dapat menghasilkan citra dengan lebih baik bila menggunakan metode pemisahan nilai rerata dalam nilai histogram. Oleh Wang [2], nilai entropy maksimum memberikan dampak yang lebih signifikan untuk perbaikan dan kecerahan citra. Meskipun nilai yang didapat dalam kecerahan citra belum mencapai optimal bila tidak memasukkan unsur nilai rerata yang ada di dalam ekualisasi histogram yang berkelompok secara klaster [3]. Sehingga secara umum untuk perbaikan citra, Joung [4] mensyaratkan pula penggunaan waktu yang efektif atau waktu minimal selama proses ekualisasi histogram. Yang selanjutnya, Hossain [5], mengusulkan penggunaan filter *low pass* sebagai operasi ketetangaan dengan cara memodifikasi nilai di antara proses spasial dan proses transformasi domain logaritmis.

Metodologi Penelitian

Peneliti memulai penelitian dengan studi literatur untuk mendapatkan pembahasan latar belakang pemrosesan citra digital terutama pembahasan ekualisasi histogram dalam operasi piksel. Beberapa data citra dikumpulkan dari sumber utama di Internet untuk digunakan uji coba penelitian dalam perangkat lunak Matlab versi R2012a (7.14.0.739). Adapun perangkat komputer yang digunakan yaitu prosesor Intel I5-2500K dan memori 16 GB dengan sistem operasi Windows 7 64bit. Urutan penelitian terlihat dalam Gambar 1.



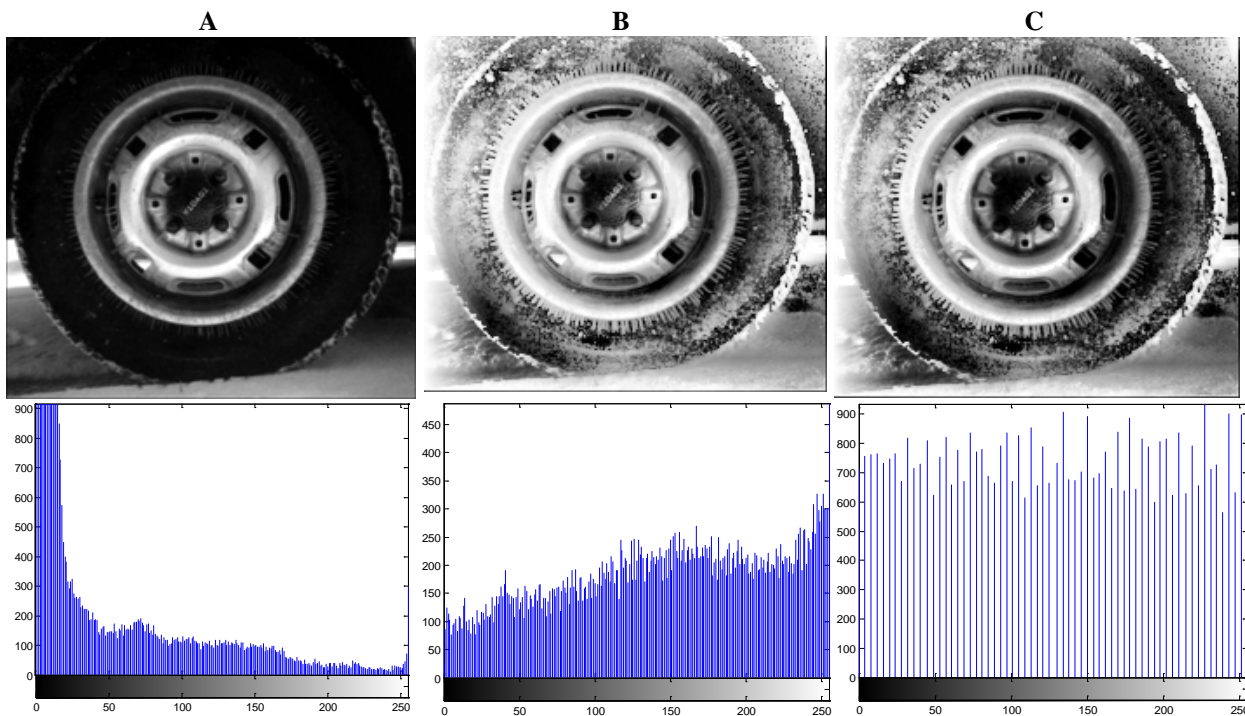
Gambar 1. Ragam alir proses ekualisasi histogram

Hasil penelitian

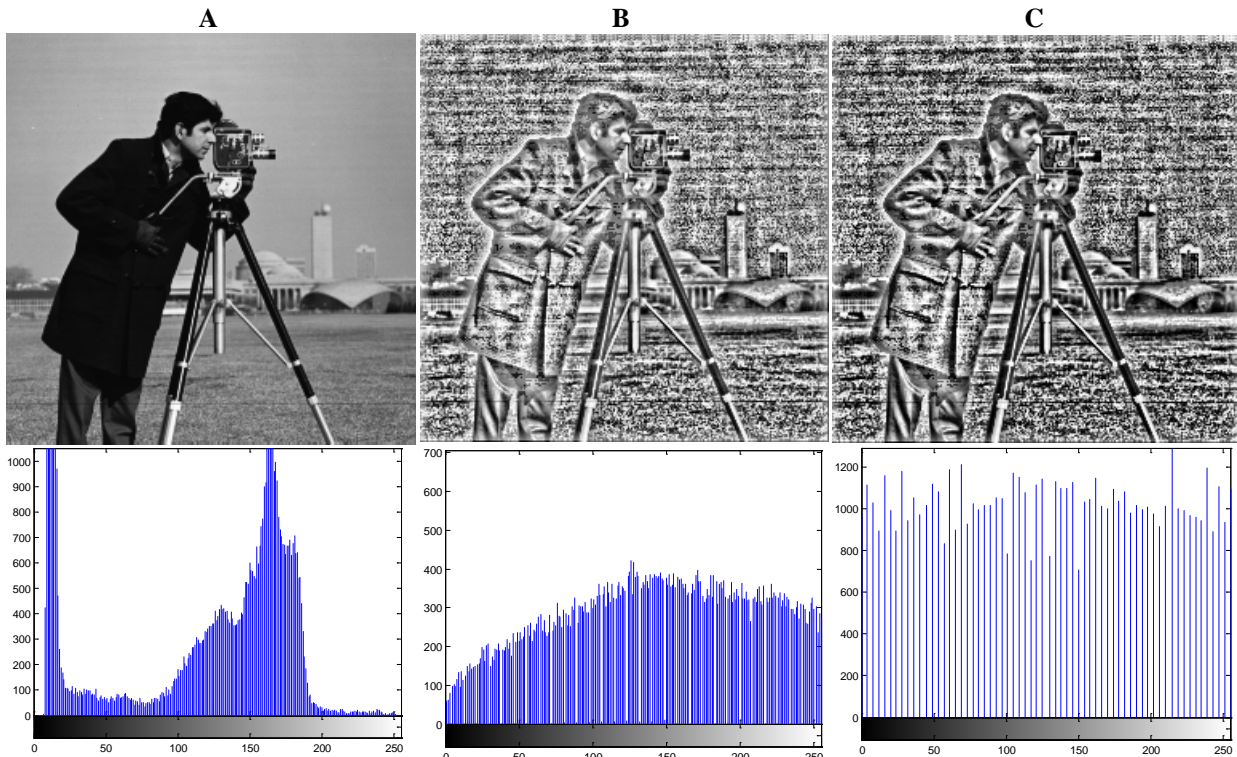
Untuk mendapatkan nilai optimum ekualisasi histogram, digunakan beragam nilai masukan *window* ($M \times N$) dengan nilai yang sama. Dengan cara yang sama dicari pula nilai M dan N dengan nilai yang berbeda. Selanjutnya guna mencari nilai optimal proses penelitian, digunakan acuan SNR dan jumlah waktu yang dibutuhkan. Hasil penelitian tertera dalam Tabel 2 sampai Tabel 5.

Tabel 2. Perbandingan antara luas window dan SNR

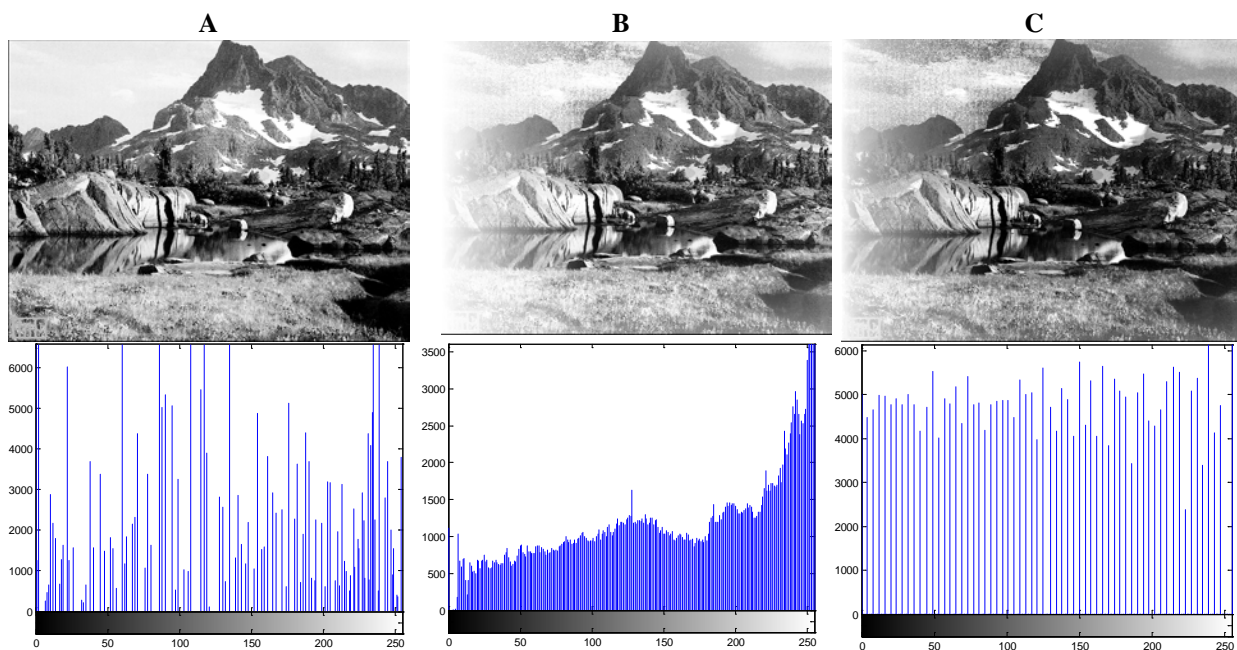
M	N	SNR	Waktu
3	3	1.59	0.708324
5	5	1.56	0.729024
15	15	1.54	1.128936
25	25	1.52	0.968155
35	35	1.52	3.067741
36	36	1.50	2.910144
37	37	1.52	3.258862
38	38	1.50	3.675317
40	40	1.51	3.533024
45	45	1.52	4.375918
46	46	1.51	4.505675
47	47	1.52	4.633754
48	48	1.51	4.911679
49	49	1.52	5.102216
50	50	1.51	5.594988
55	55	1.52	6.139269
100	100	1.53	18.957144
200	200	1.59	73.785433
256	256	1.59	121.207804



Gambar 2. Merupakan citra *tire.tif* dengan histogramnya. Citra A merupakan citra asli. Citra B merupakan hasil ekualisasi histogram dengan window 35 x 35. Citra C merupakan citra ekualisasi yang diatur kontrasnya dengan perintah *histeq* di Matlab.



Gambar 3. Merupakan citra *cameraman.tif* dengan histogramnya. Citra A merupakan citra asli. Citra B merupakan hasil ekualisasi dengan window 35 x 15 beserta histogramnya. Dan Citra C merupakan citra ekualisasi yang diatur kontrasnya dengan perintah *histeq*.



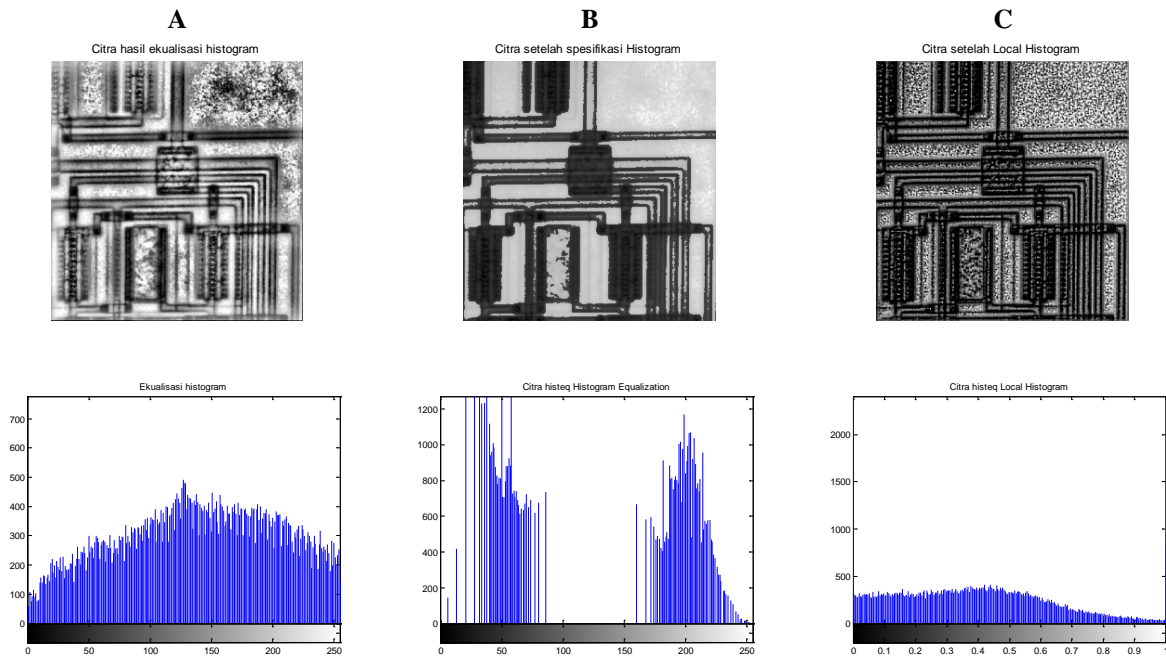
Gambar 4. Merupakan citra *mountain.png* dengan histogramnya. Citra A merupakan citra asli Citra B merupakan hasil ekualisasi dengan window 250 x 250 beserta histogramnya. Dan Citra C merupakan citra ekualisasi yang diatur kontrasnya dengan perintah *histeq*.

Tabel 3. Perbandingan antara luas *window* [35 35] dengan citra yang beragam

Citra	Ukuran	SNR	Waktu
Zelda.png	512 x 512	0.20	13.462105
Mountain.png	480 x 640	0.28	14.836897
Boy.bmp	512 x 768	0.05	18.924153
Tire.tif	205 x 232	1.5	2.696983
Cameraman.tif	256 x 256	0.12	3.504496

Tabel 4. Perbandingan penggunaan *window* berbeda dalam citra *boy.bmp*

M	N	SNR	Waktu
3	6	0.02	2.791008
6	3	0.02	3.104787
6	15	0.03	4.446140
10	15	0.03	5.436191
25	15	0.02	8.597757
40	15	0.04	12.434272
25	50	0.03	21.495834
75	50	0.03	59.933233
75	150	0.03	173.306440



Gambar 5. Tampilan citra *circuit.tif* dengan beberapa pengolahan histogram: *ekualisasi histogram* (A) dengan *window* [35 35], pengolahan *spesifikasi histogram* (B), dan pengolahan dengan proses *lokal histogram* (C) dengan *window* 35.

Tabel 5. Perbandingan ketiga metode histogram: ekualisasi histogram (A), spesifikasi histogram (B), dan lokal histogram (C) dengan beragam citra

Citra	SNR A	Waktu A	SNR B	Waktu B	SNR C	Waktu B
Zelda.png	0.20	13.462105	0.03	0.286251	1.83	10.555270
Mountain.png	0.28	14.836897	0.39	0.268563	1.88	12.188176
Boy.bmp	0.05	18.924153	0.03	0.263986	1.94	15.692325
Tire.tif	1.5	2.696983	1.60	0.237842	0.01	2.152575
Cameraman.tif	0.12	3.504496	0.29	0.242949	1.74	2.818807
Circuit.tif	0.04	3.939288	0.01	0.244791	1.69	3.231396

Kesimpulan

Ekualisasi histogram mendapatkan nilai optimal dengan menggunakan ukuran *window* 35 x 35 dengan perolehan SNR = 1.52 dan lama waktu selama proses 3.067741 detik. Terlihat citra hasil ekualisasi histogram memberikan tampilan secara visual lebih kontras dan jelas (citra tire.tif). Dengan metode yang sama tetapi dengan ukuran *window* yang berlainan, nilai optimal yang digunakan 25 x 15 yang menghasilkan SNR = 0.02 dengan waktu proses 8.597757. Penggunaan ekualisasi histogram untuk mendapatkan kecerahan dan perbaikan citra (citra circuit.tif) lebih baik dibandingkan dengan proses yang sama tetapi dengan menggunakan metode spesifikasi histogram maupun lokal histogram. Metode spesifikasi histogram menghasilkan blok hitam, sedangkan penggunaan lokal histogram menghasilkan derau bintang di semua bidang citra.

Daftar Pustaka

- [1] Kim, M., 'Recursively separated and weighted histogram equalization for brightness preservation and contrast enhancement', IEEE Transaction on Consumer Electronics, August 2008.
- [2] Wang, Chao., 'Brightness preserving histogram equalization with maximum entropy: a variational perspective', IEEE Transaction on Consumer Electronics, November 2005.
- [3] Chauhan, R., 'An improved image contrast enhancement based on histogram equalization and brightness preserving weight clustering histogram equalization', International conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 3-5 June 2011.
- [4] Joung-Youn Kim., 'An advanced contrast enhancement using partially overlapped sub-block histogram equalization', Proceesings IEEE International Symposium Circuits and System on Geneva, 2000.
- [5] Hossain, F., 'Image enhancement based on logarithmic transform coefficient and adaptive histogram equalization', Conference publications IEEE on Convergence Information Technology, 2007.
- [6] Gonzales, Rafael C., Woods, Richard E., 'Digital Image Processing – second edition', Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2002
- [7] Jahne, Bern., 'Digital Image Processing', Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2005
- [8] Bovik, Al., 'The Essential Guide to Image Processing', Elsevier Academic Press, 2009, 30Corporate Drive, Suite 400 Burlington MA 01803 USA, www.elsevierdirect.com, 2009