

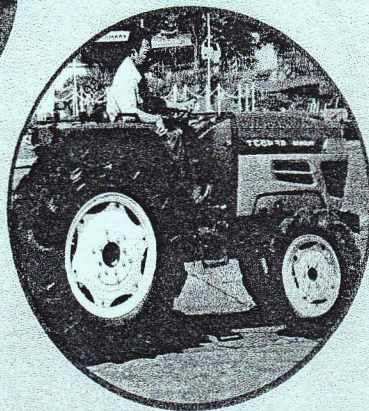
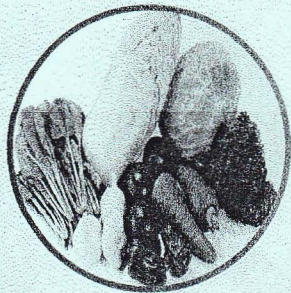
PROSIDING

ISBN 978-602-97387-0-4

SEMINAR NASIONAL PERTETA 2010

**REVITALISASI MEKANISASI PERTANIAN
DALAM Mendukung KETAHANAN PANGAN DAN ENERGI**

Purwokerto 10 Juli 2010



**Diterbitkan oleh:
Perteta Cabang Purwokerto
& Fakultas Pertanian Unsoed**



Daftar Isi

MAKALAH SESI PLENO

No.	Judul Makalah	Halaman
1.	Peran Perteta dalam Mendukung Ketahanan Pangan dan Energi Sam Herodian (Ketua Umum Perteta Pusat)	1
2.	Rencana Strategis Penelitian dan Pengembangan Mekanisasi Pertanian dalam Mendukung Pembangunan Pertanian (2010-2014) Agung Hendriadi (Komisi Pengembangan Mekanisasi Pertanian, BBP Mektan)	6

MAKALAH SESI PARAREL

TOPIK A: PROSES PRODUKSI PANGAN DAN HASIL PERTANIAN

No.	Judul Makalah	Halaman
1.	Pengaruh Metode Pengolahan Dan Jenis Pemanis Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Dari Bubuk Mahkota Dewa Aisyah Tri Septiana dan Hidayah Dwiyanti	15
2.	Optimasi Konsentrasi Pelilinan Dan Suhu Penyimpanan Buah Manggis Dengan Menggunakan Metode <i>Respon Surface</i> Andriani Lubis et al.	21
3.	Identifikasi Kematangan Buah Tropika Berbasis Sistem Penciuman Elektronik Menggunakan Deret Sensor Gas Semikonduktor Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Arief Sudarmaji dan Rifah Ediaty	33
4.	Analisis Sistem Proses Pindah Massa Pada Ekstraksi Secara Mekanik Minyak Kedelai (<i>Glycine Max Oil</i>) Bambang Dwi Argo	43
5.	Pengaruh Sodium Tripolipospat (STPP) Dan Asam Palmitat Terhadap Karakteristik Edible Film Pati Ketela Pohon Budi Sustiawan dan Nur Aini	50
6.	Kajian Perubahan Kadar Air Dan Tekstur Kacang Mete (<i>Anacardium Occidentale L</i>) "Puffing", Goreng Dan Oven Dalam Kemasan Selama Penyimpanan Devi Yuni Susanti et al.	55
7.	Karakteristik Pengerinan Mekanis Tipe Bak Terhadap Aspek Viabilitas Dan Daya Simpan Benih Kakao (<i>Theobroma Cacao L.</i>) Edy Suharyanto et al.	62
8.	Kajian Suhu Dan Aliran Udara Dalam Kemasan Berventilasi Menggunakan Teknik <i>Computational Dynamic</i> (CFD) Emmy Darmawati dan Yudik Adhinata	73
9.	Perpindahan Massa Pada Pengerinan Jahe Menggunakan Efek Rumah Kaca Hanim Z. Amanah et al.	82
10.	Potensi Bunga Kecombrang Sebagai Pengawet Alami Pada Ikan Herastuti Sri Rukmini et al.	89
11.	Pengaruh Proses <i>Hydrothermal</i> Gabah Sebelum Pengerinan Terhadap Kuantitas Dan Mutu Beras Iwan Taruna	94
12.	Penguapan Air Dan Penyerapan Minyak Keripik Buah Selama Penggorengan Vakum Jamaluddin et al.	101

13.	Rekayasa Pemekaran Dan Tekstur Keripik Buah Selama Penggorengan Vakum Jamaluddin et al.	109
14.	Produksi Pigmen Cyanobacteria <i>Indigenous Tropis</i> Dan Evaluasi Sifat Fisiknya Karseno et al.	118
15.	Mutu Jamur Merang (<i>Volvariella Volvaceae</i>) Pasca <i>Thawing</i> Pada Pembekuan Menggunakan <i>Dry Ice</i> Kurnia Novianti et al.	123
16.	Aplikasi <i>Pulsed Electric Field</i> (Pef) Untuk Pengawetan Nira Siwalan (Legen) La Choviya Hawa et al.	128
17.	Diversifikasi Pengolahan Ubi Jalar Menjadi <i>Fruit Leather</i> Bersubstitusi Nenas Nur Aini et al.	135
18.	Koefisien Perpindahan Panas Pada Penggorengan Ubijalar Dengan Metode <i>Deep Fat Frying</i> Ratnaningsih dan Budi Rahardjo	142
19.	Pemanfaatan Bunga Kecombrang Sebagai Pengawet Alami Pada Tahu Rifda Naufalin dan Herastuti Sri Rukmini	147
20.	Perubahan Parameter Kerupuk Goreng Pasir Selama Rekondisi Siswanto et al.	153
21.	Perubahan Tegangan Dan Regangan Kerupuk Selama Penggorengan Dengan Menggunakan Pasir Siswanto et al.	162
22.	Ultrasound Wave Transmission Characteristics And Its Relationships With Physico-Chemical Of Dragon Fruit Siti Djamilia et al.	172
23.	Karakteristik Termal Dalam Proses Pengeringan Lapisan Tipis Dari Kayu Meranti (<i>Shorea Leprosula Miq.</i>) Sebagai Bahan Baku Gitar Akustik Sri Mudiastuti dan Putra Pratama	180
24.	Perpindahan Panas Dan Massa Pada Proses Preservatif Buah Mangga Sri Rahayoe et al.	189
25.	Kehilangan Air Pada Wortel Selama Penggorengan Hampa Udara (<i>Deep Fat Vacuum Frying</i>) Sutarsi et al.	200
26.	Implementasi Pehanganan Pasca Panen Padi Untuk Mengurangi Susut Mutu Beras Sutrisno Mardjan et al.	207
27.	Pengembangan Algoritma Pengolahan Citra Untuk Pemutuan Kopi Beras Usman Ahmad et al.	216
28.	<i>Heat Shock Treatment</i> Untuk Mengurangi Gejala <i>Chilling Injury</i> Produk Pertanian Segar Yang Disimpan Pada Suhu Rendah Y. Aris Purwanto et al.	228
29.	Analisis Warna RGB Untuk Prediksi Kematangan Buah Tomat Susanto Budi Sulistyio dan Pepita Haryanti	235
30.	Penentuan Konduktivitas Termal Buah-Buahan Dengan Prediksi Menggunakan <i>Ann</i> Berdasarkan Kandungan Gizi Dan Pengukuran Menggunakan <i>Heat Conduction Apparatus</i> Wiludjeng Trisasiwi, Rifah Ediaty, dan Joko Maryanto	240
31.	Pengaruh Penyusutan Temu Putih (<i>Curcuma Zedoaria</i> (Berg) Roscoe) Terhadap Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis Inge Scorpi Tulliza, Armansyah H. Tambunan, dan Usman Ahmad	246

TOPIK B: ENERGI TERBARUKAN

No.	Judul Makalah	Halaman
1.	Current Energy Analysis Of Coffee With Semi Wet Process <i>Abdul Mukhlis Ritonga et al.</i>	255
2.	Kajian Energi Dan Eksergi Pembekuan Daging Sapi Menggunakan Mesin Pembeku Tipe Lempeng Sentuh Dengan Suhu Pembekuan Berubah <i>Anica Rosalina Girsang dan A.H.Tambunan</i>	262
3.	Rasio Input Energi Dan Volume Reaktan Pada Penerapan Ultrasonik Untuk Pengolahan Biodiesel <i>Bambang Susilo et al.</i>	269
4.	Analisa Energi Dan Pindah Panas Pada Ruang Pengasapan Karet RSS <i>Rifah Ediati dan Wiludjeng Trisasiwi</i>	277
5.	Pemanfaatan Limbah Padat Pati Aren Sebagai Sumber Energi Alternatif Dalam Bentuk Briket <i>Sri Markunningsih</i>	281
6.	Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar Sebagai Pencampur Minyak Tanah <i>Tri Yanto</i>	288
7.	Peningkatan Efisiensi Energi Sistem Pengering Efek Rumah Kaca (ERK) Tipe Rak Dengan Pengaturan Bentuk Susunan Rak <i>Ropiudin dan Agus Margiwiyatno</i>	294
8.	Kajian Input Energi Pada Budidaya Padi Metode System Of Rice Intensification (SRI) <i>Bambang Purwantana</i>	308

TOPIK C: ALAT DAN MESIN PERTANIAN

No.	Judul Makalah	Halaman
1.	Desain Dan Uji Performansi Roda Sirip Lengkung Traktor Tangan Untuk Pengolahan Tanah Lahan Kering <i>Ansar</i>	316
2.	Perancangan Mesin Pencuci Biodiesel Dengan Sistem Penyempotan Air Dalam Minyak Sebagai Upaya Minimalisasi Proses Emulsifikasi Dan Konsumsi Penggunaan Energi <i>Bambang Dwi Argo</i>	323
3.	Kinerja Mesin Pengering Gabah Berbahan Bakar Sekam Di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan <i>Budi Raharjo dan Yanter Hutapea</i>	330
4.	Membuat Dan Menguji Kinereja Kompor Tipe Belonio <i>Budianto Lanya et al.</i>	337
5.	Perancangan Dan Simulasi Mesin Pengering Gabah Tipe Vertikal Kontinyu Dengan Aliran Udara Panas Berlawanan <i>Cahyawan Catur Edi Margana dan Sukmawaty</i>	342
6.	Rancang Bangun Mesin Pelecut Kulit Polong Kedelai Basah Engineering Designed Of Sheller Machine For Wet Soybeen Legumes <i>Dadang D Hidayat et al.</i>	353
7.	Rancang Bangun Sistem Sortasi Cerdas Berbasis Pengolahan Citra Untuk Kopi Beras <i>Dedy W. Soedibyo et al.</i>	360
8.	Evaluasi Kinerja Tarik Traktor Tangan Dengan Bahan Bakar Minyak Kelapa Murni <i>Desrial et al.</i>	370

9.	Desain Mesin Komposter Skala Industri Kecil <i>Gatot Pramuhadi et al.</i>	376
10.	Unjuk Kerja Dan Analisis Finansial Mesin Pembelah Biji Kedelai (Glycine Max) Sistem Gesekan Putar Untuk Industri Tempe Skala Kecil <i>La Ode lahiri et al.</i>	384
11.	Modification Of Ice Kado Maker <i>Pujianto et al.</i>	389
12.	Perancangan Termometer Non Kontak Dengan Sensor Thermopile <i>Radi</i>	395
13.	Kinerja Penggetaran Struktur Pada Operasi Bajak Mol Getar <i>Radite P.A.S dan Soeharsono</i>	403
14.	Model Matematis Kapasitas Kerja Mesin Pembelah Biji Kedelai (Glycine Max) Sistem Gesek Putar <i>Rofarsyam et al.</i>	409
15.	Kinerja Pengeringan Chip Ubi Kayu <i>Sandi Asmara dan Warji</i>	416
16.	Pengering Jagung Bertongkol Dengan Efek Rumah Kaca Dan Tambahan Panas Dari Arang Kayu <i>Sapto Kuncoro dan Tamrin</i>	427
17.	Rancangbangun Dan Pengujian Mesin Pengupas Lada (Piper Nigrum L.) Tipe Silinder Putaran Vertikal <i>Suhendra et al.</i>	433
18.	Kinerja Reaktor Kolom Tunggal Untuk Proses Ekstraksi Kafein Dari Dalam Biji Kopi Robusta Dengan Metode Perkolasi <i>Sukrisno Widyotomo et al.</i>	440
19.	Studi Proses Dan Alsin Produksi Bubuk Dan Lemak Kakao Skala UKM <i>Sukrisno Widyotomo et al.</i>	451
20.	Pengembangan Algoritma Pengolahan Citra Untuk Menghindari Rintangan Pada Traktor Tanpa Awak <i>Sukrisno Widyotomo et al.</i>	458
21.	Rancang Bangun Mesin Perajang Kulit Kakao <i>Warji</i>	464
22.	Aplikasi Pengukuran Tahanan Tanah Terhadap Penekanan Plat Dalam Penentuan Parameter Desain Roda Besi Bersirip Untuk Lahan Sawah <i>Wawan Hermawan</i>	471
23.	Kinerja Mesin-Mesin Pengolahan Tanah Untuk Penyiapan Penanaman Di Lahan Kering <i>Wawan Hermawan</i>	482
24.	Analisis Hambatan Penggunaan Alat Dan Mesin Perontok Padi Untuk Pengembangan Mekanisasi Pertanian Menuju Ketahanan Pangan (Studi Kasus Di Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor) <i>Fikri Alhaq Fachryana</i>	490
25.	Perancangan Konsep Dari Peralatan Guna Simulasi <i>Self-Excited Vibration</i> Pada <i>Vibratory-Tillage</i> <i>Soeharsono dan Radite PA Setiawan</i>	497

TOPIK D: TANAH, AIR, DAN LINGKUNGAN

No.	Judul Makalah	Halaman
1.	Peluang Hemat Air Dalam Budidaya Pertanian Konsep Koefisien Transpirasi <i>Ade Moetangad Kramadibrata</i>	506
2.	Modifikasi Iklim Mikro Pada Bawang Merah Hidroponik Dalam Rangka Memperoleh Bibit Bermutu <i>Agus Margiwiyatno dan Eni Sumarni</i>	514

3.	Emisi Metana (CH ₄) Dan Non-Metana Dari Budidaya Padi Sawah Arif Sabdo Yuwono et al.	520
4.	Pengembangan Program Alokasi Air (PAA) Berbasis Open Office Calc Arif Faisol dan Indarto	526
5.	Kajian Irigasi Terhadap Bioresources Tanah Untuk Mendukung Konsep Pertanian Berkelanjutan Asna Mustofa dan Joko Maryanto	537
6.	Penerapan Simodas Dalam Penentuan Tampung Detensi Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Di Sub Das Sayang) Bambang Rahadi	543
7.	Studi Kondisi Hidrologi Dan Lahan Untuk Menentukan Kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) (Studi Kasus Pada Kawasan Das Hulu Waduk Wadaslintang) Chandra Setyawan	551
8.	Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Untuk Pendugaan Suhu Larutan Nutrisi Yang Disirkulasikan Dan Didinginkan Siang-Malam Pada Tanaman Tomat Hidroponik Chusnul Arif et al.	559
9.	Studi Konflik Air Irigasi Dan Alternatif Penyelesaiannya Di Daerah Irigasi Kelingi Sumatera Selatan Edward Saleh	565
10.	Aplikasi Irigasi Drip Dan Berbagai Macam Media Dalam Rangka Peningkatan Hasil Dan Kualitas Stroberi Serta Pengembangan Krisan Hidroponik Di Serang Kabupaten Purbalingga Eni Sumarni dan Masrukhi	571
11.	Faktor Penentu Alih Fungsi Lahan Pertanian (Studi Kasus: Daerah Irigasi Molek Hilir Kabupaten Malang) Evi Kurniati et al.	577
12.	Penggunaan Simodas Untuk Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Fanny Tri Raditya	583
13.	Karakteristik Fisik-Hidro-Klimatologi Delapan Das Di Wilayah Upt Psaws Sampean Baru Indarto, et al.	589
14.	Pengaruh Laju Aerasi Dan Penambahan Inokulan Pada Pengomposan Limbah Sayuran Dengan Komposter Mini Joko Nugroho W.K. dan Istiqomah	601
15.	Pengaruh Variasi Jumlah Dan Jenis Bulking Agent Pada Pengomposan Limbah Organik Sayuran Dengan Komposter Mini Joko Nugroho W.K. et al.	606
16.	Kajian Faktor Palawija Relatif Dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Distribusi Air Irigasi Liliya Dewi Susanawati dan Bambang Suharto	612
17.	Model Pendugaan Pertumbuhan Tanaman Dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Dalam Rangka Peningkatan Produksi Tomat (<i>Lycopersicon Esculentum</i> Mill.) Masrukhi dan Eni Sumarni	618
18.	Aplikasi Jenis Dan Dosis Ekstrak Bahan Organik Matang Pada Pertanaman Padi Gogo Serta Pengaruhnya Terhadap Karakter Morfologis Dan Fisiologis Pertumbuhan Dan Hasil Kartini dan Syaeful Anwar	623
19.	Kajian Terhadap Teknik Konservasi, Potensi Erosi, Sedimentasi Dan Debit Di Kawasan Ulu Das Komering Kabupaten Oku Selatan Propinsi Sumatera Selatan Satria Jaya Priatna et al.	630
20.	Kajian Neraca Air Irigasi Di Daerah Irigasi Cirasea Kabupaten Bandung Jawa Barat Sophia Dwiratna NP dan Edy Suryadi	635
21.	Integrasi Model Hidrodinamik Dan Sistem Informasi Geografik Untuk Asesmen Risiko Banjir (Studi Kasus Di Pasu Bengawan Solo Hilir) Tunggul Sutan Haji	642
22.	Kajian Erosi Tanah Pada Lahan Kentang Dengan Variasi Tipe Guludan,	650

	Kemiringan Lahan, Dan Varietas Tanaman <i>Umedi et al.</i>	
23.	Kajian Model Pengelolaan Implementasi Mikrohidro (PLTMH) Untuk Pembangunan Masyarakat Perdesaan <i>Wati Hermawati dan Dody A. Darmayana</i>	661
24.	Rancang Bangun Sistem Pengukuran Lengan Tanah Berbasis Komputer Dengan Metode Kapasitansi Menggunakan Sensor Variabel Kapasitor <i>Arief Sudarmaji dan Purwoko Hari Kuncoro</i>	668
25.	Metode Irigasi Tetes Dan Perlakuan Media Tanam Dalam Budidaya Stroberi <i>Afik Hardanto, Asna Mustofa, dan Sumarni</i>	676
26.	Penentuan Prioritas Rehabilitasi Bendung Di Daerah Irigasi Lintas Kabupaten/Kota Provinsi Diy Berdasarkan Aspek Teknis Dengan Metode Fuzzy-AHP <i>Murtiningrum, et al.</i>	685
27.	Penentuan Konstanta Resesi Hidrograf Menggunakan Metode Plot Semi Logaritmik (Studi Kasus Di Sub Das Goseng) <i>Putu Sudira, et al.</i>	693
28.	Peluang Hemat Air Dalam Budidaya Tanaman Lahan Kering: Hasil Uji-Coba Konsep Koefisien Transpirasi <i>M. Ade Moetangad Kramadibrata</i>	701

TOPIK E: SISTEM MANAJEMEN MEKANISASI PERTANIAN

No.	Judul Makalah	Halaman
1.	Peran Agroteknopark Kolaberes Melalui Kegiatan Alih Teknologi Pascapanen (Kasus Tiga Desa Binaan Di Kecamatan Cikadu, Kabupaten Cianjur) <i>Akmadi Abbas dan R. Cecep Erwan</i>	710
2.	Analisa Teknis Dan Biaya Sistem Kanal Flatbed Pada Aplikasi Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit Dengan Limbah Cair Pabrik Di Perkebunan Kelapa Sawit Condong, Kabupaten Garut, Jawa Barat <i>Lilik Pujantoro dan Iriwad Putri</i>	717
3.	Aplikasi Monitoring Produk Pertanian Pada Budidaya Tanaman Semusim Melalui Teknologi Web Menggunakan Machine Vision Untuk Menunjang Sistem Precision Agriculture <i>Lilik Soetiarso et al.</i>	724
4.	Application Of A Continuous-Discrete Recursive Prediction Error Algorithm For Toxicity Detection <i>Mochamad Bagus Hermanto dan J.D. Stigter</i>	732
5.	Evaluasi Keamanan Pangan Dan Penyimpangan Mutu Gula Kelapa Kristal Di Kawasan Home Industri Gula Kelapa Kabupaten Purbalingga <i>Mustaufik dan Pepita Haryanti</i>	740
6.	Analisis Biaya Alat Pamarut Sagu Tipe Silinder <i>Ratnaningsih et al.</i>	753
7.	Studi Biaya Pokok Pengolahan Tanah Sawah Dengan Berbagai Alat Pengolah Tanah Di Kabupaten Solok Dan Kota Padang Sumatera Barat <i>Santosa et al.</i>	757
8.	Penilaian Kepuasan Penggunaan Alat Dan Mesin Dalam Pengembangan Padi (Studi Kasus Kabupaten Ngawi Dan Sragen) <i>Sugiyono et al.</i>	777
9.	Model Waktu Pemberian Air Pada Petakan Sawah <i>Wagiono</i>	783

MAKALAH SESI POSTER

No.	Judul Makalah	Halaman
1.	Rancang Bangun Alat Pengering Klanting Tipe Rak dengan Sumber Panas Kompur Listrik Afik Hardanto dan Susanto Budi Sulisty	780
2.	Pembuatan Tepung Limbah Buah Nanas (<i>Ananas comosus</i> L. Merr) Dengan Variasi Suhu Pengeringan Doddy A. Darmajana	788
3.	Pendugaan Umur Simpan Selai Nanas Lembaran Doddy A. Darmajana	796
4.	Pengaruh Perlakuan Bahan Pengisi Kemasan Terhadap Mutu Fisik Dan Biologis Buah Stroberi (<i>Fragaria Chiloensis</i> L.) Selama Transportasi Lilik Pujantoro dan Nurul Firdausi	804
5.	Pengaruh Perlakuan Bahan Pengisi Kemasan Terhadap Mutu Fisik Buah Belimbing (<i>Averrhoa carambola</i> L) Selama Transportasi Lilik Pujantoro dan Bayu Nata Kusuma	809
6.	Uji Kinerja Mesin Perajang Ubi Kayu Warji dan Sandi Asmara	815
7.	Studi Awal Karakteristik Sebaran Kadar Air Pada Strip Olahan Tanah Lempung Berliat Yang Dialirkan Air Yazid Ismi Intara et al.	822

RANCANG BANGUN SISTEM SORTASI CERDAS BERBASIS PENGOLAHAN CITRA UNTUK KOPI BERAS*

Dedy W. Soedibyo, Usman Ahmad, Kudang B. Seminar, dan I Dewa Made Subrata

Departemen Teknik Pertanian, Fateta, IPB

Abstrak

Komoditas kopi memiliki prospek yang baik sebagai satu motor pembangunan agribisnis dan agroindustri di Indonesia, karena itu perlu ditangani secara baik dan profesional. Pemutuan kopi beras komersial sebagai komoditas bijian masih dilakukan secara manual. Proses ini memiliki kekurangan pada rendahnya efisiensi dan obyektifitas serta tingkat konsistensi. Oleh karena itu diperlukan suatu mesin yang dapat bekerja secara otomatis menggolongkan mutu kopi beras berdasarkan pemeriksaan secara visual. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun mesin sortasi dan pemutuan kopi beras yang dikontrol oleh komputer dengan subsistem konveyor sabuk, stasiun pengambilan citra menggunakan dua kamera digital dari dua sisi berseberangan, dan simulator pemisah paralel yang digunakan untuk menggambarkan proses pemisahan biji berdasarkan pemeriksaan mutu yang telah diolah oleh komputer. Rancang bangun mesin sortasi ini digunakan untuk pengembangan sistem sortasi biji kopi beras yang akan mengkategorikan kelas mutu kopi beras menjadi 4 kelas mutu berdasarkan kualifikasi menurut SCAA (*Coffee Association of America*).

Kata kunci: Mesin sortasi, kopi beras, pengolahan citra, program komputer

PENDAHULUAN

Saat ini kopi merupakan komoditas nomor dua yang paling banyak diperdagangkan setelah minyak bumi. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil dan pengeksport kopi utama ke empat di dunia setelah Brazil, Vietnam dan Kolombia. Volume ekspor dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan walaupun terjadi fluktuasi akibat tidak stabilnya harga pasar kopi dunia.

Dengan harga US\$. 2,498/ton untuk kopi arabica, komoditi kopi sangat prospektif sebagai motor pembangunan agribisnis dan agroindustri Indonesia. Pemantauan dan peningkatan mutu kopi yang diperdagangkan, terutama untuk pasar ekspor ke luar negeri merupakan suatu syarat penting dalam penanganan produk kopi.

Pemutuan kopi sebagai komoditas bijian secara mekanik di Indonesia saat ini masih terbatas pada pemutuan berdasarkan ukuran (Widyotomo S. 2005) dan densitas. Sortasi secara visual untuk kopi beras masih dilakukan dengan metode manual. Proses ini memiliki kekurangan pada rendahnya efisiensi, rendahnya obyektifitas, dan rendahnya tingkat konsistensi. Beberapa alat sortasi secara visual menggunakan pengolahan citra telah dikembangkan di Indonesia seperti untuk jeruk, manggis, dan mangga (Susanto. 2000) telah dapat menyeleksi berdasarkan ukuran dan warna dengan optimal. Kendati demikian alat sortasi secara visual untuk bijian terutama untuk kopi beras masih belum dikembangkan di Indonesia.

Untuk menunjang pemantauan dan peningkatan mutu kopi yang diperdagangkan, terutama untuk pasar ekspor ke luar negeri, diperlukan metode sortasi yang lebih baik. Selain itu untuk mengantisipasi tantangan dimasa mendatang pada saat tenaga kerja manusia sudah langka proses sortasi visual manual dengan tenaga manusia akan menjadi operasi yang mahal. Pengolahan citra menggunakan sistem visual berdasarkan sensor elektro-optika mempunyai kemampuan yang lebih peka, tepat, dan obyektif daripada kemampuan visual manusia. Dimasa mendatang investasi pada mesin sortasi kopi beras ini lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan menggunakan tenaga manusia.

* Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Perteta 2010 di Purwokerto, 10 Juli 2010

Pengelompokan mutu dalam banyak kelas masih digunakan oleh metode SCAA, Brasil / New York (*Cofferearch*. 2008), dan bahkan SNI (SNI. 2008). Metode ini memberikan banyak tingkatan harga yang sangat sensitif terhadap mutu daripada hanya sekedar *accept* dan *reject*. Oleh karena itu semakin banyak kelas mutu yang dapat dipisahkan oleh suatu sistem sortasi maka akan semakin menguntungkan dari sisi ekonomi.

Biji kopi Robusta dan Arabika dapat dibedakan dengan nyata secara makroskopis. Biji kopi Arabika lebih besar dari biji kopi robusta. Panjang biji kopi arabika sekitar 8-12 mm dan lebar 6-8 mm, rasio panjang dan lebar 6-7 mm dengan rasio 1.0-1.15. Buah kopi mempunyai kisaran berat antara 100 mg sampai 200 mg dan densitas antara 1.15-1.42 (Asiedue J, 1989).

Berdasarkan penanganan bijian ada dua tipe mesin sortasi, yaitu tipe konveyor sabuk dan tipe meluncur (*chute*). Tipe sabuk memiliki keterbatasan pada sisi pemeriksaan yang hanya diperiksa pada satu sisi saja, keunggulannya adalah memungkinkan pemisahan mutu lebih dari dua kategori. Sedangkan tipe luncur hanya dapat memisahkan mutu dalam dua katagori saja (*accept* dan *reject*). Keunggulannya adalah pemeriksaan dilakukan pada dua sisi permukaan bijian, karena konstruksinya memungkinkan untuk penempatan kamera yang berseberangan. Tipe luncur kapasitas prosesnya dapat lebih dari 1500 biji per menit Pearson (2006), sedangkan pada tipe sabuk dilaporkan tertinggi hanya 1896 biji per menit (Wan YN. *et al.* 2002). Dari segi kompleksitas, tipe luncur membutuhkan kamera dengan kecepatan tinggi yang mahal harganya dan menuntut penggunaan mikrokontroler berkecepatan tinggi tanpa sistem operasi (PC) untuk mengimbangi kecepatan proses. Sedangkan pada tipe sabuk penggunaan PC untuk mengolah sistem pemeriksaan masih dapat dilakukan.

Penelitian ini berusaha untuk menggabungkan keunggulan dan mengurangi kekurangan yang dimiliki oleh dua metode tersebut (*belt* dan *chute*), dan dilakukan secara *real time*, serta dengan objek majemuk. Penanganan kopi beras dilakukan dengan menggunakan konveyor tipe *belt*, dan dilakukan pengambilan citra menggunakan dua kamera yang diletakkan secara berseberangan. Metode ini dilakukan dengan cara memanipulasi penahan konveyor *belt* sehingga pengambilan citra dengan dua kamera mungkin untuk dilakukan. Penggunaan *belt* konveyor serta penyusunan kopi beras dalam matriks ditujukan untuk pemeriksaan mutu kopi beras secara majemuk. Kendati demikian proses pengukuran mutu dilakukan secara individual. Metode ini juga memungkinkan untuk memisahkan kopi beras dalam empat kelas mutu. Berbeda dengan metode curah seperti yang dilaporkan oleh Pearson (2006), meskipun memiliki kecepatan tinggi, namun hanya bisa memisahkan obyek bijian dalam dua kelas mutu saja (*accept* dan *reject*).

Harapan dari penelitian ini adalah seluruh permukaan kopi beras dapat ditangkap oleh kamera, sehingga menjamin pemutuan yang lebih akurat. Lingkup penelitian ini adalah pengembangan sistem sortasi biji kopi beras yang akan mengkategorikan kelas mutu kopi beras menjadi empat kelas mutu berdasarkan kualifikasi menurut SCAA, menggunakan pengolahan citra dan JST. Sebagai sensor akan digunakan dua kamera warna digital, sedangkan sistem sortasi yang terdiri dari stasiun pengambilan citra, *belt* dan motor penggerakannya akan dikonstruksi berdasarkan rancangan yang akan diuraikan dalam metodologi. Identifikasi mutu kopi beras menggunakan simulator pemisah paralel sebagai pengganti sistem pemisah yang sesungguhnya juga akan dijelaskan pada bagian metodologi.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sampel kopi beras dengan jenis *Coffea arabika* pada berbagai kelas mutu yang diperoleh dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (ICCRI) di Jember.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat sistem pengolah citra yang telah terintegrasi dengan IC PPI 8255 dan terdiri dari:

- 1 Perangkat komputer dengan port paralel dan USB
- 2 Dua buah kamera CMOS digital DFK 21BUC03 dari *The ImagingSource* menggunakan standar perantara *USB* sebagai komponen utama stasiun pengambilan citra
- 3 Lampu fluorescent yang terintegrasi dengan stasiun pengambilan citra dan dapat diatur sudut peninaran serta ketinggiannya
- 4 Perangkat sensor infra merah berupa LED infra merah (IR) dan penerima IR (*receiver*)

- 5 Motor stepper dari Sanyo Denki type 103H8581-70B1 yang dilengkapi dengan DC type Power Supply Driver PMM-BD-5702.
- 6 Perangkat perluasan input/output digunakan *peripheral interface card* yang menggunakan IC 8255 yang memiliki 24 port I/O yang dihubungkan pada port paralel PC dengan konektor DB 25 pin male
- 7 *Prototype* mesin sortasi berupa konveyor dengan penggerak berupa motor *stepper*
- 8 Simulator pemisah paralel dirancang menggunakan 16 buah LED yang terhubung dengan port keluaran dari PPI 8255.

Sistem Mesin Sortasi

Penelitian pemutuan kopi beras terdiri atas bagian fungsional sebagai berikut ini:

- 1 Kamera digital - dalam terminologi sistem kontrol kamera digital ini berfungsi sebagai sensor, dan mengirimkan sinyal citra ke komputer. Kamera digital mengambil data citra pada periode waktu tertentu (*time based*) yaitu pada saat biji yang disusun (konfigurasi matrik 4 x 4) pada konveyor berada pada bidang pengambilan citra. Penambahan LED dan penerima IR sebagai perangkat pengindera posisi memberikan konsekuensi pengambilan citra dilakukan berdasarkan posisi *belt* (*position based*).
- 2 Motor *stepper* merupakan komponen penggerak *belt*. Gerakan *step* berdasarkan waktu (*time based*) dan posisi *belt* (*position based*) yang dikontrol oleh komputer.
- 3 Konveyor *belt* sebagai alat pembawa biji kopi beras yang disusun dalam matriks biji sekaligus sebagai *background* pengolahan citra.
- 4 Komputer merupakan otak dari kegiatan pengontrolan berfungsi mengatur gerakan motor *stepper*, menerima sinyal penerima IR (*receiver IR*), mengaktifkan 2 kamera, mengolah sinyal citra dari 2 kamera, menentukan kelas mutu kopi beras, dan memberi perintah aktif kepada simulator. Seluruh kegiatan dilakukan dalam urutan tertentu (*sequence*) dan berdasarkan waktu (*time based*).
- 5 Simulator pemisah biji memiliki konfigurasi yang sama dengan susunan biji, akan menerima sinyal perintah dari komputer untuk menyalakan LED untuk mengidentifikasi kelas mutu kopi beras secara individual. Proses kerja simulator ini berdasarkan posisi (*position based*) dan berdasarkan *event base* (*event* yang dimaksudkan adalah kelas mutu biji kopi secara individual yang telah ditentukan oleh komputer terhadap posisi biji pada matriks biji). Kelas mutu biji kopi pada posisi matriks biji tertentu akan menentukan apakah simulator akan menyala atau padam pada saat matriks biji berada dibawah simulator.

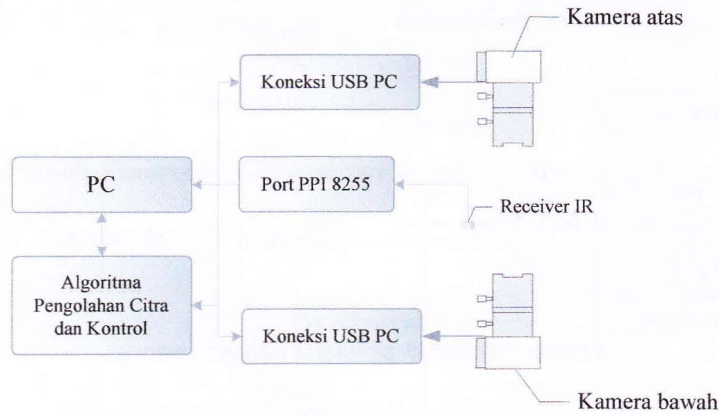
Berdasarkan penjelasan diatas maka sistem kontrol untuk pemutuan biji kopi beras bekerja berdasarkan strategi kontrol *open loop* dan kontrol proses *diskret*. Kontruksi sistem mesin sortasi terdiri atas berikut ini.

- 1 Stasiun pengambilan citra
- 2 Motor penggerak dan sistem konveyor
- 3 Simulator pemisah paralel
- 4 Sistem kontrol dan aliran data.

Pengembangan Sistem Stasiun Pengambilan Citra

Stasiun pengambilan citra terdiri atas bagian utama berupa dua kamera digital. Prosedur *image acquisition* akan dilakukan untuk mendapatkan hasil citra kopi yang terbaik. Proses ini didahului dengan penentuan jarak kamera dan penentuan proses penyinaran hingga didapatkan penyinaran yang seragam dan optimal. Metode penentuan *image acquisition* adalah *trial and error*. Apabila proses ini berhasil maka citra yang ditangkap kamera digital dan ditampilkan oleh monitor komputer sama atau mendekati aslinya, sedikit timbul bayangan, dan tidak ada cahaya berlebih yang mempengaruhi warna obyek. Proses ini juga untuk mengetahui *background* yang paling baik untuk digunakan dalam pengambilan citra.

Pengambilan citra dilakukan pada saat obyek dalam keadaan diam, dan dilakukan pada kedua sisi (permukaan atas dan bawah) secara bergantian untuk menjamin diperoleh keseluruhan informasi citra biji. Sinyal dari penerima IR berfungsi memberi isyarat agar *belt* diam melalui salah satu port PPI 8255, sehingga memungkinkan perekaman citra dalam keadaan diam. Diagram stasiun pengambilan citra digambarkan sebagai berikut ini.



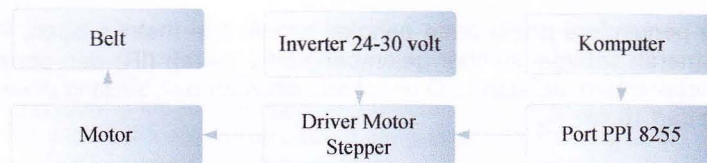
Gambar 1 Diagram stasiun pengambilan citra

Motor Penggerak dan Sistem Konveyor

Konveyor *belt* sebagai alat pembawa sekaligus *background* akan dirancang berdasarkan metode pengambilan citra secara jamak. Mesin sortasi membutuhkan susunan bahan yang teratur, sehingga susunan kopi beras diatur dalam bentuk matriks 4 x 4.

Sebagai sumber penggerak konveyor adalah motor *stepper* yang dirancang dengan kecepatan yang sesuai dengan kebutuhan waktu pengambilan citra oleh kamera digital dan memenuhi kebutuhan waktu proses pengolahan citra. Pengontrolan motor *stepper* dilakukan oleh komputer melalui perantara port PPI 8255.

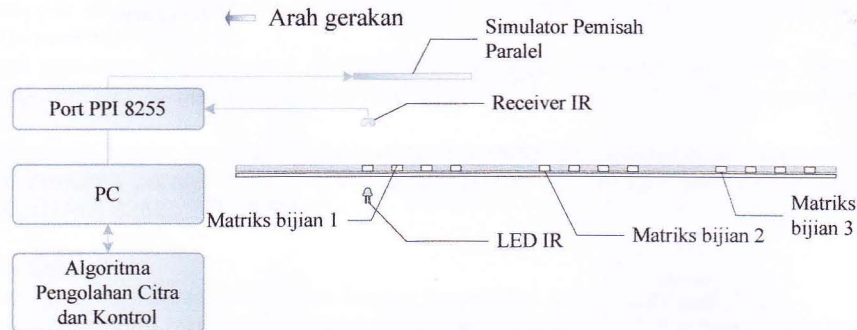
Proses penentuan mutu biji kopi beras dilakukan perkolom. Untuk itu diperlukan gerakan berupa step dengan jeda waktu tertentu. Jeda waktu inilah yang akan digunakan untuk melakukan pengambilan citra, melakukan pengolahan citra, melakukan analisa JST (propagasi maju untuk prediksi) untuk menentukan kelas mutu individual dari biji kopi beras, dan menentukan operasi simulator.



Gambar 2 Diagram motor *stepper* dan *belt*

Pengembangan Simulator Pemisah Paralel

Simulator pemisah paralel terdiri atas rangkaian LED pada PCB yang berjumlah 16 LED dan bersesuaian letaknya dengan matriks lubang pada konveyor. Masing-masing LED memiliki identitas tersendiri yang meliputi seluruh kelas mutu kopi. Aksi LED akan di kendalikan oleh program komputer melalui *interface* dengan IC 8255 melalui *port* paralel komputer. Sinyal dari penerima IR berfungsi memberi isyarat posisi simulator pemisah paralel sudah bersesuaian dengan matriks bijian. Sehingga pada saat tersebut proses identifikasi bisa dimulai. Interface penerima IR melalui salah satu port PPI 8255. Diagram simulator pemisah paralel digambarkan sebagai berikut ini.



Gambar 3 Diagram simulator pemisah paralel

Perancangan Sistem Kontrol dan Aliran Data

Aksi pengontrolan yang dilakukan oleh mesin adalah gerakan *belt* konveyor, pembacaan pengindera posisi, pengambilan citra oleh kamera, penentuan tingkat mutu berdasarkan lokasi biji kopi, dan aksi simulator pemisah paralel pada lokasi yang bersesuaian dengan kelas mutu biji kopi. Kegiatan diatas merupakan suatu kegiatan yang sekuensial sehingga harus dilakukan secara berurutan dan saling bergantung antara satu dengan yang lainnya. Keseluruhan pengaturan diatur dengan program komputer yang terintegrasi dengan PPI 8255 melalui port paralel komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

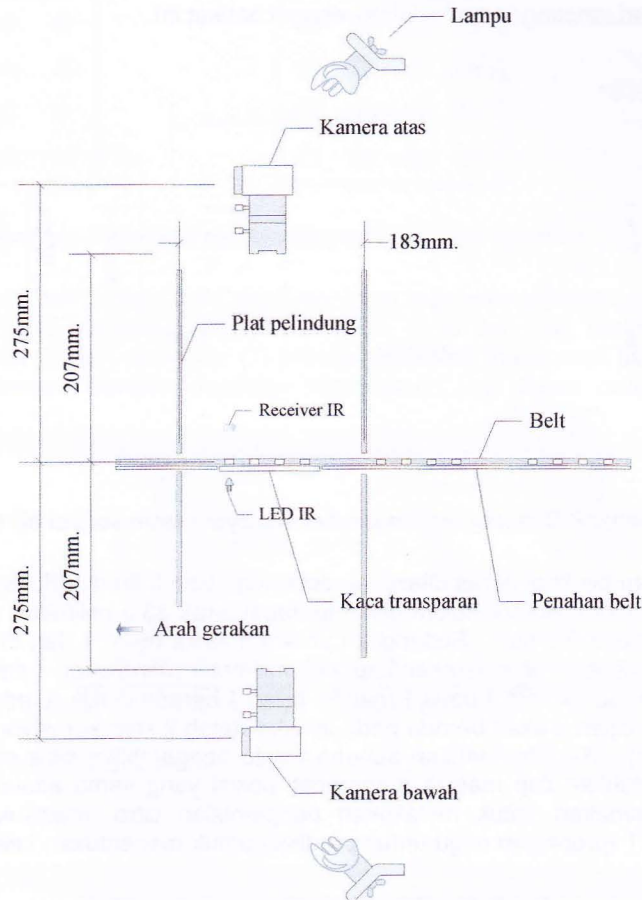
Pengembangan Sistem Stasiun Pengambilan Citra

Hasil *image acquisition* dengan resolusi citra 640 x 480 menunjukkan bahwa jarak optimal kamera dengan obyek adalah 207 milimeter dan jarak pencahayaan 300 milimeter. Citra yang dihasilkan setiap frame berisi 16 kopi beras yang disusun dalam bentuk matriks 4 x 4. Sebagai *background* adalah *belt* berlubang yang berwarna putih. Lubang tersebut berfungsi sebagai tempat dudukan biji.

Belt memiliki lubang pengindera posisi pada pangkal bawah tiap matriks bijian. Pada mesin sortasi dipasang LED infra merah sebagai sumber gelombang infra merah (IR) dan penerimanya (*receiver*) yang diletakkan berseberangan, dengan LED IR berada dibawah *belt*, sedang penerima IR di atas *belt* dengan jarak kurang dari 10 cm.

Penginderaan posisi pada prosedur pengambilan citra dilakukan dengan cara memanfaatkan lubang pengindera posisi. Jika lubang pengindera posisi segaris dengan LED IR dan penerima IR, maka gelombang IR akan ditangkap penerima IR dan memberikan sinyal ON. Sinyal ini diteruskan melalui paralel port PC dan diterima oleh program kontrol, kemudian rogram kontrol akan memberikan sinyal agar pada motor stepper agar *belt* berhenti.

Stasiun pengambilan citra ini dibangun dengan pondasi yang kokoh agar getaran yang akibatkan gerakan mesin tidak mempengaruhi hasil pengambilan citra. Waktu pengambilan citra secara bergantian untuk kedua kamera dialokasikan selama 0.5 detik. Kaca transparan diletakkan dibagian bawah *belt* agar kamera bawah dapat mengambil citra permukaan bawah kopi beras. Plat pelindung berfungsi untuk menghalangi pengaruh cahaya luar.

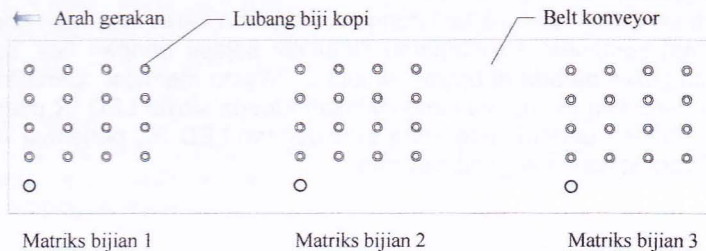


Gambar 4 Stasiun pengambilan citra.

Motor Penggerak dan Sistem Konveyor

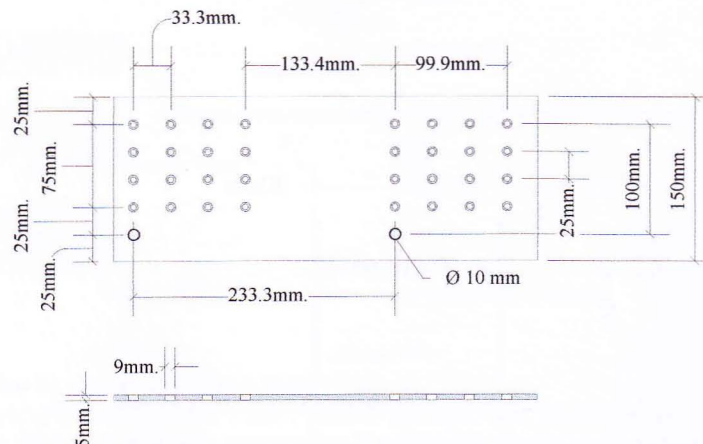
Belt didesain dengan lubang-lubang dengan permukaan bulat dengan diameter 9 mm. Lubang-lubang tersebut membentuk matrik 4 x 4 dengan ukuran yang disesuaikan dengan biji kopi. Berikut ini adalah gambaran potongan *belt* konveyor dari desain diatas.

Jarak horizontal antara pusat lubang dirancang dengan ukuran 33.3 mm, sedangkan jarak vertikal antara pusat lubang adalah 25 mm. Hal ini didasarkan atas ukuran maksimal biji yang belum kupas kulit adalah 15 mm. Dengan ukuran diatas diharapkan posisi biji tidak akan saling tumpang tindih. Ukuran lebar *belt* yang digunakan adalah 150 mm dengan ketebalan 5 milimeter. Pada setiap pangkal bawah matriks bijiian terdapat lubang untuk penginderaan posisi.



Gambar 5 Rancangan *belt* koveyor mesin sortasi biji kopi

Sedangkan dimensi dari rancangan *belt* adalah sebagai berikut ini.



Gambar 6 Dimensi rancangan *belt* koveyor mesin sortasi biji kopi

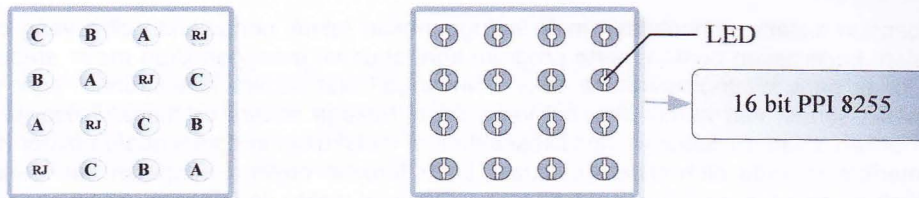
Proses penentuan mutu biji kopi beras dilakukan perkolom. Untuk itu diperlukan gerakan berupa step dengan jeda waktu tertentu. Antara kolom bijian terdapat jarak 33.3 milimeter dengan waktu tempuh yang direncanakan adalah 0.5 detik. Sedangkan antara matriks bijian 1 dan matriks bijian 2 terdapat jarak sebesar 133.4 milimeter. Jika gerakan tiap 33.3 milimeter merupakan 1 step (selanjutnya disebut sebagai step konveyor) dan kolom 1 baris 1 matriks bijian 1 berada di titik A adalah start, maka kolom 1 baris 1 (1 1) matriks bijian 2 akan berada pada titik A setelah 7 step konveyor atau dalam waktu 3.5 detik (jarak 233.3 mm). Jika ditambahkan dengan waktu pengambilan citra selama 0.5 detik, maka jeda waktu yang dibutuhkan tiap matriks menempati posisi yang sama adalah 4 detik. Jeda waktu inilah yang akan digunakan untuk melakukan pengambilan citra, melakukan pengolahan citra, melakukan analisa JST (propagasi maju untuk prediksi) untuk menentukan kelas mutu individual dari biji kopi beras.

Langkah kedua adalah menentukan ukuran (diameter) dari puli konveyor. Pemilihan disain puli yang cocok berdasarkan aspek fungsional dan ekonomis adalah desain diameter puli 126.19 milimeter atau 4.97 inchi yaitu dengan 42 step motor tiap step konveyor. Dari sisi diameter ukurannya tidak terlalu besar dan proporsional dengan panjang konveyor (ditunjukkan pada gambar). Jika dilihat dari RPM yang dibutuhkan juga tidak terlalu tinggi, yaitu sebesar 10.08 rpm, sehingga cukup aman dari pengaruh slip. Berdasarkan uraian diatas maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan 1 step konveyor adalah 0.5 detik.

Langkah berikutnya adalah menentukan panjang sabuk konveyor. Pada permukaan *belt* terdiri atas 14 matriks bijian dan 14 jarak antar matriks dengan ukuran total 233.4 milimeter, berdasarkan uraian ini maka panjang sabuk adalah $14 * 233.4 = 3266$ milimeter.

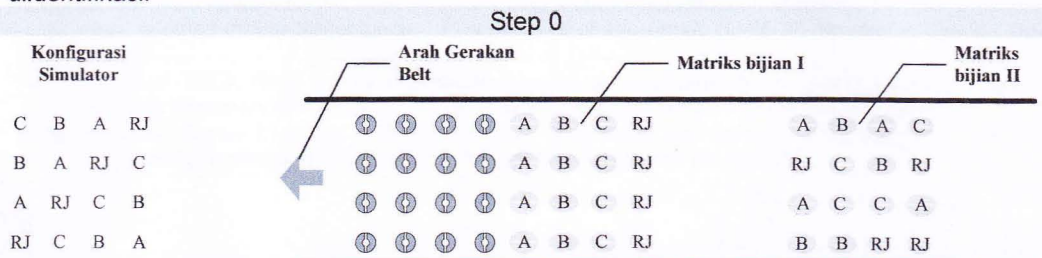
Pengembangan Simulator Pemisah Paralel

Proses pengendalian simulator disesuaikan dengan posisi dan kelas mutu dari kopi beras yang telah diperiksa oleh program komputer. Penempatan simulator sejajar dengan *belt*, sehingga pada saat identifikasi posisi kopi beras berada di bawah simulator. Waktu memulai identifikasi ditentukan oleh sinyal yang diterima penerima IR, hal ini dimungkinkan karena sinyal LED IR diteruskan oleh lubang yang berada di *belt*. Proses penempatan serta penggunaan LED IR, penerima IR, dan lubang *belt* sama dengan sub sistem stasiun pengambilan citra.



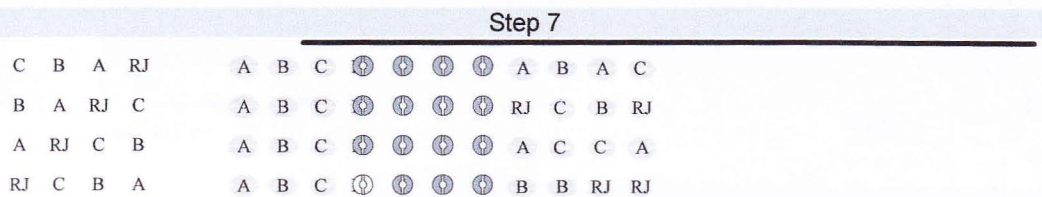
Gambar 7 Konfigurasi dan diagram simulator pemisah paralel

Berdasarkan rancangan *belt* diatas, maka simulator akan mulai mengidentifikasi satu set matriks bijian setiap 4 detik. LED yang menyala menunjukkan kelas mutu dari kopi beras. Gambar dibawah ini menunjukkan step awal (0) dan step akhir (7) proses identifikasi kelas mutu kopi beras menggunakan simulator pemisah paralel. Dengan demikian keseluruhan kopi beras pada matriks bijian dapat diidentifikasi.



Pada contoh ini kolom matriks bijian I semua biji kopi berkelas mutu A, kolom 2 kelas mutu B, kolom 3 kelas mutu C dan kolom 4 kelas mutu RJ.

Pada step 0 biji kopi belum masuk dibawah simulator sehingga tidak ada LED yang menyala



Pada step 7 kolom 3 matriks bijian I diluar simulator dan kolom 4 matriks bijian I berada di bawah kolom 1 simulator.

LED simulator yang bersesuaian dengan kelas mutu biji kopi (kolom 1 baris 4- kelas mutu RJ) menyala.

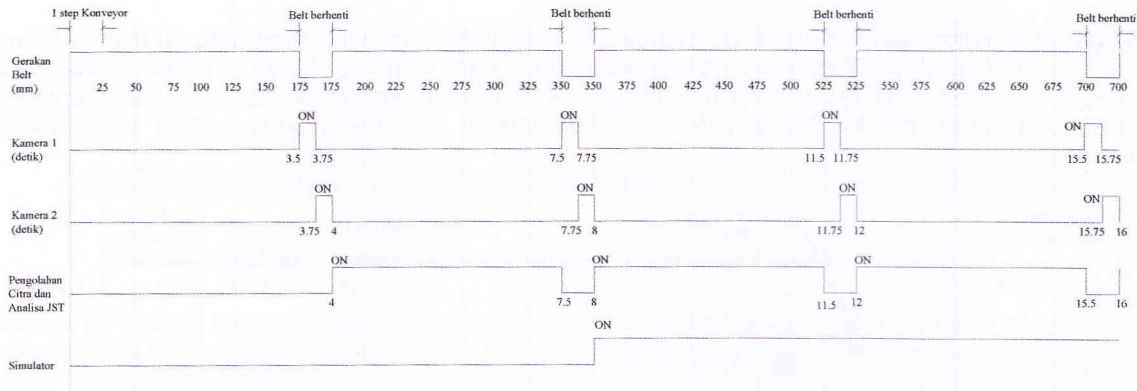
Jumlah LED simulator yang menyala 1.

Perancangan Sistem Kontrol dan Aliran Data

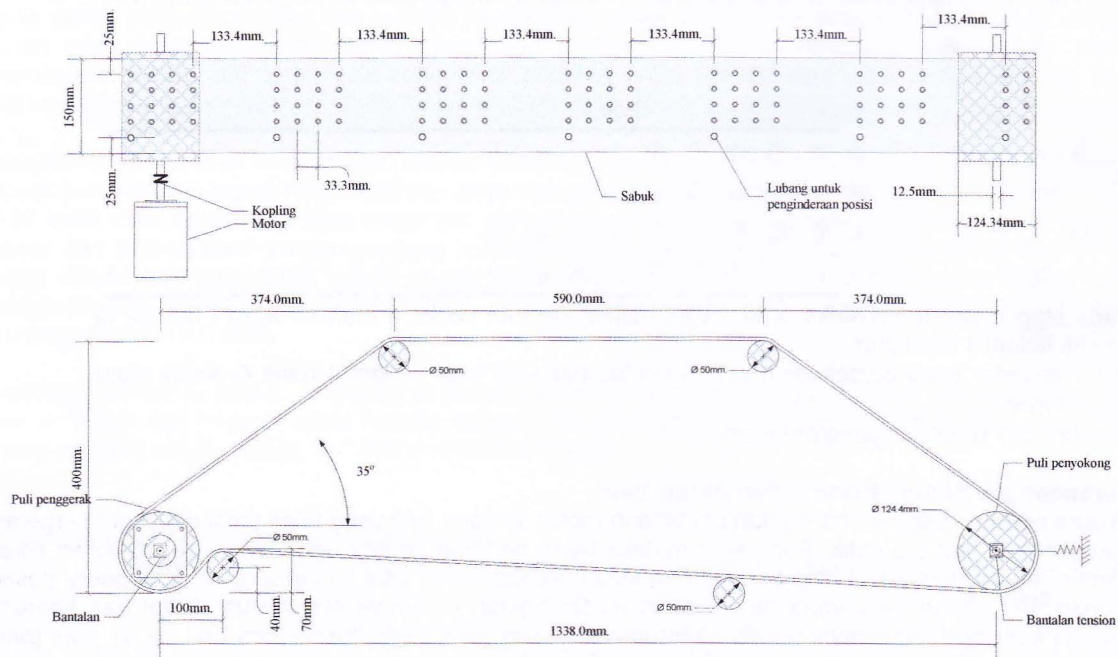
Proses pertama yang terjadi adalah penyalaan motor *stepper*, *belt* yang telah terisi oleh kopi bergerak satu langkah tiap 0.5 detik. Pada saat matriks bijian pertama berada pada posisi pengambilan citra, kamera mulai mengambil citra secara bergantian. Pengambilan citra ini dipicu oleh pengindera posisi (sensor IR). Aliran data yang terjadi pada mesin adalah informasi sinyal citra digital dari kamera melalui koneksi *USB*. Sinyal tersebut merupakan sinyal yang berisi frame citra dari 16 biji kopi (dari matrik 4 x 4). Sinyal tersebut akan diekstraksi kemudian ditentukan parameter mutu masing-masing kopi beras pada tiap-tiap lokasi lubang oleh program pengolahan citra. Parameter mutu yang diperoleh akan dianalisis oleh JST kemudian kelas mutu pada masing-masing 16 kopi beras tersebut ditentukan melalui propagasi maju.

Kelas mutu dan lokasi merupakan variabel yang dipetakan satu-satu sehingga setiap biji memiliki *property* kelas mutu dan lokasi yang spesifik. Informasi kelas mutu dan lokasi ini akan disimpan oleh program untuk digunakan sebagai penentuan aksi simulator pemisah paralel, sehingga jika terjadi korelasi kelas mutu dan lokasi biji kopi maka LED akan hidup.

Setelah dibangun sistem pemeriksaan mutu menggunakan teknik pengolahan citra yang dilengkapi dengan sistem kecerdasan buatan, serta program kontrol untuk menggerakkan motor *stepper*, maka perangkat lunak perlu diintegrasikan ke dalam rancangan alat secara keseluruhan, agar terbentuk prototipe mesin sortasi dan pemutuan kopi yang dapat bekerja secara otomatis. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam melakukan modifikasi sebelum melakukan integrasi adalah faktor kecepatan proses pemeriksaan mutu oleh sistem evaluasi, jarak tempuh obyek, kecepatan ban berjalan, dan sistem pencahayaan pada sistem *pengolahan citra*. Diagram waktu dari operasi mesin sortasi biji kopi disajikan pada gambar berikut ini.



Gambar 8 Diagram waktu dari operasi mesin sortasi biji kopi



Gambar 9 Dimensi rancangan mesin sortasi

KESIMPULAN

- 1 Aplikasi dua kamera pada mesin sortasi kopi beras tipe konveyor *belt* memungkinkan untuk dibangun dengan menggunakan kaca transparan sebagai pengganti penahan belt.
- 2 Pemeriksaan mutu kopi beras secara majemuk dapat menggunakan konveyor *belt* yang memiliki lubang-lubang dudukan biji berbentuk matriks.

DAFTAR PUSTAKA

- Asidue J. 1989. Processing tropical crops. The macmillan press Ltd.
- Coffeeresearch*. 2008. <http://www.coffeeresearch.com>
- Pearson TC. 2006. Low-cost bi-chromatic image sorting device for grains. ASABE Annual International Meeting SNI 01-2907-2008 (SNI). Standar Nasional Indonesia. 2008. Biji Kopi (SNI 01-2907-2008). Badan Standar Nasional.
- Susanto, Suroso, Purwadaria HK, dan Budiastra IW. 2000. Classification of mango by neural network based on near infrared diffuse reflectance. Proceedings of Biorobotic II, 25-26 November 2000, Sakai, Osaka, Japan.
- Wan YN. *et al.* 2002. Rice quality classification using an automatic grain quality inspection system. Food & Process Engineering Institute of ASAE. ASAE Annual Meeting as Paper No.993196.
- Wan YN. 2002. Kernel handling performance of an automatic grain quality inspection system. Food & Process Engineering Institute of ASAE. ASAE Annual Meeting Paper No.993200.

