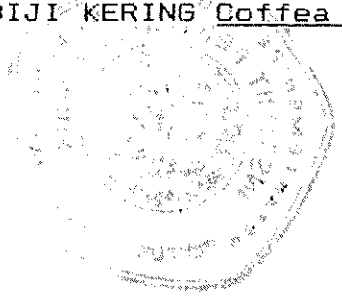


F. Inap 1991: 10186

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT SORTASI ELEKTRONIK

BERDASARKAN WARNA PRINSIP MONOKHROMATIK

PADA BIJI KERING Coffea robusta



O l e h

SRI MULYONO •

F 20.0640



1991

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B O G O R

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

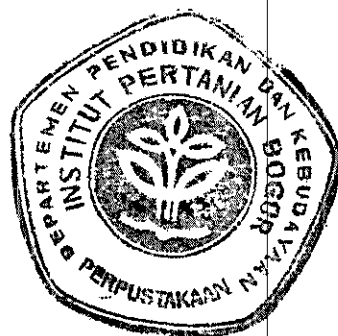


- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

It is nice to be important
but it is more important to be nice

Persembahkan untuk :

Yang menyayangiku dan kusayangi
Ibu, almarhum Bapak, kakak dan adikku
keponakanku Ichsan dan Fauzi





Sri Mulyono. F 20.0640. Perancangan dan pembuatan alat sortasi elektronik berdasarkan warna prinsip monokromatik pada biji kering Coffea robusta.

@Hak cipta milik IPB University

RINGKASAN

Biji kering Coffea robusta merupakan produk setengah jadi komoditas perkebunan, yang meliputi 88 % luas tanam kopi Indonesia. Mutu kopi setelah melalui berbagai tahap pengolahan, merupakan faktor utama penentu nilai tambah. Selain kotoran dan benda asing, warna kopi merupakan kendala utama penentu nilai cacat biji; yang memberi rasa buruk pada produk lanjutan. Pemisahan cacat warna biji dilakukan secara visual/manual maupun secara elektronik.

Tujuan penelitian meliputi perancangan dan pembuatan alat sortasi elektronik berdasarkan warna prinsip monokromatik pada biji kering Coffea robusta. Juga melakukan uji performansi kapasitas pengumpanan uji mekanik, uji kepekaan dan ketepatan sensor elektronik memisahkan setiap cacat biji.

Pengumpanan biji secara satu persatu, dengan piringan vertikal yang digerakkan motor listrik, ke dudukan sensor dan solenoid penembak. Pengujian pengumpanan biji menggunakan metode uji analisa-variasi, menunjukkan adanya pengaruh pada persentase biji masuk lubang biji per putaran (A), biji jatuh ke saluran cacat (C), dan pengumpan macet per putaran (F) oleh perlakuan ukuran



biji, jumlah lubang biji, lebar bukaan dan RPM piringan pengumpan.

Dari pengamatan nilai A menunjukkan, pada bukaan 8 mm dengan putaran piringan 35 RPM menyebabkan persentase biji jatuh terisi ke lubang biji kecil, sedang pada bukaan 14 mm dan putaran piringan 15-25 RPM memperbesar persentase biji masuk. Pengamatan nilai C menunjukkan, pada bukaan pengumpan kecil dengan putaran piringan cepat menyebabkan sedikit biji jatuh ke saluran cacat; sebaliknya terjadi pada bukaan besar dan putaran piringan lambat. Pengamatan nilai F menunjukkan, pada bukaan 14 mm menyebabkan piringan macet dan pada bukaan pengumpan 8 mm, putaran piringan 20 RPM menunjukkan kemacetan kecil.

Dari perhitungan nilai F terkecil, nilai A terbesar dan nilai C terkecil; nilai total persen terbesar Biji besar adalah dengan perlakuan lubang biji 10, bukaan 8 mm dan RPM 20 (256.94 %); lubang biji 10, bukaan 10 mm dan RPM 30 (254.34 %) dan lubang biji 10, bukaan 8 mm dan RPM 25 (249.20 %). Nilai total persen Biji sedang adalah dengan perlakuan lubang biji 10, bukaan 8 mm dan RPM 20 (251.2 %); lubang biji 20, bukaan 14 mm dan RPM 20 (249.97 %) dan lubang biji 10, bukaan 10 mm dan RPM 25 (245.03 %). Kapasitas pengumpanan antara 2.4 - 5.54 kg/jam dengan kebutuhan tenaga penggerak pengumpanan 12.671 Watt.

Sistem kerja rangkaian elektronik terdiri dari sensor LDR, penguat selisih, pembanding pembalik, pemacu Schmitt, penunda pewaktu, saklar transistor dan rele serta solenoid



penembak biji cacat. Perubahan resistansi sensor LDR karena perubahan nilai reflektansi cacat warna biji secara gelap-terang dan dengan pengaturan potensiometer ambang menentukan batas nilai pemisahan.

Grafik hubungan nilai resistansi sensor LDR (Y) dan nilai reflektansi cacat biji (X) mengikuti persamaan garis cubic-log, yaitu: Biji sedang-LDR kiri $\log Y = 0.545 - 0.032 \log X$ ($r=0.864$); Biji besar-LDR kiri $\log Y = 0.596 - 0.041 \log X$ ($r=0.904$); Biji sedang-LDR kanan $\log Y=0.605 - 0.022 \log X$ ($r=0.856$); dan Biji besar-LDR kanan $\log Y= 0.647-0.039 \log X$ ($r=0.893$).

Nilai kepekaan (s) sensor LDR terhadap berbagai cacat biji kopi, yaitu: Biji sedang-LDR kiri $s= -0.1122 X^{-1.032}$, Biji besar-LDR kiri $s=-0.1617X^{-1.041}$, Biji sedang-LDR kanan $s= -0.0886X^{-1.022}$, dan Biji besar-LDR kanan $s= -0.173X^{-1.039}$ (kOhm/persen). Kepekaan bernilai negatif menunjukkan penurunan nilai keluaran untuk setiap penambahan nilai masukan.

Hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri dan LDR kanan untuk setiap cacat Biji sedang yang sama mempunyai nilai keeratan $r=0.981$, dan untuk Biji besar yang sama menunjukkan keeratan $r=0.963$. Hubungan nilai resistansi antara ukuran Biji sedang dan Biji besar untuk sensor LDR kiri mempunyai nilai keeratan $r=0.951$ dan untuk sensor LDR kanan mempunyai keeratan $r=0.973$.

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Nilai ketepatan (Prc) sensor LDR untuk setiap jenis cacat biji kopi, rata-rata 1.22 %, bervariasi antara 0.34 % dan 2.27 %; yaitu rata-rata untuk Biji sedang-LDR kiri Prc=1.18, Biji besar LDR kiri Prc=1.31, Biji sedang -LDR kanan Prc= 1.19, dan Biji Biji besar -LDR kanan Prc=1.2 %.

Biaya pemisahan dengan menggunakan alat sortasi elektronik untuk setiap kilogram biji Coffea robusta kering adalah sebesar Rp 19,-.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





DAFTAR SIMBOL

UNIT MEKANIK :

α	:	Kecepatan sudut piringan	(rad/det)
μ	:	Koefisien gesekan	(-)
ρ	:	Massa jenis benda	(kg/m ³)
ω	:	Kecepatan sudut gerak putar	(rad/det)
C	:	Jarak antar poros rantai	(mata/m)
D	:	Diameter poros	(m)
Dt	:	Diameter nominal roda gigi	(m)
F	:	Gaya yang bekerja pada benda	(N)
f	:	Gaya gesek benda	(N)
g	:	Percepatan gravitasi bumi	(m/det ²)
i	:	Rasio kecepatan rantai	(-)
I	:	Momen inersia	(N m)
k	:	Titik berat piringan	(m)
L	:	Panjang rantai dibutuhkan	(m)
m	:	Massa benda	(kg)
Mt	:	Momen torsi gesekan	(N m)
N*	:	Gaya normal benda	(N)
N	:	Jumlah gigi sproket	(buah)
p	:	Jarak pitch rantai	(m)
P	:	Tenaga yang dibutuhkan	(watt)
Ph	:	Tenaga yang hilang karena gesekan	(watt)
R	:	Jari-jari piringan	(m)
RPM	:	Putaran piringan per menit	(RPM)
S	:	Jarak tempuh gerak benda	(m)
SF	:	Safety faktor	(-)
t	:	Ketebalan piringan	(m)
t*	:	Waktu dibutuhkan	(detik)
T	:	Torsi untuk menggerakkan piringan	(N m)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- v : Kecepatan linear benda (m/detik)
- v_0 : Kecepatan awal (m/detik)

UNIT ELEKTRONIK:

- β : Faktor penguatan arus basis-kolektor (-)
- A : Faktor penguatan op-amp (-)
- C : Nilai kapasitor (farad)
- E_0/V_{cc} : Sumber tegangan catu (volt)
- I_B : Nilai arus basis (ampere)
- I_C : Nilai arus kolektor (ampere)
- I_E : Nilai arus emitor (ampere)
- R_c : Nilai hambatan sensor LDR (ohm)
- R_l/R : Nilai hambatan luar/beban (ohm)
- T : Periode waktu yang dibutuhkan (detik)
- V_{ref} : Nilai tegangan referensi (volt)
- V_{input} : Nilai tegangan masukan (volt)
- V_{output} : Nilai tegangan keluaran (volt)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT SORTASI ELEKTRONIK
BERDASARKAN WARNA PRINSIP MONOKHROMATIK
PADA BIJI KERING Coffea robusta

O l e h

SRI MULYONO

F 20.0640

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan MEKANISASI PERTANIAN

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1991

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B O G O R

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT SORTASI ELEKTRONIK
BERDASARKAN WARNA PRINSIP MONOKHROMATIK
PADA BIJI KERING Coffea robusta

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan MEKANISASI PERTANIAN
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh

SRI MULYONO

F 20.0640

Dilahirkan pada tanggal 19 Nopember 1964

di Solo

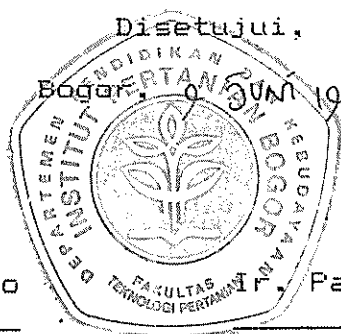
Tanggal lulus: 3 Juni 1991

Disetujui,

Bogor, 3 Juni 1991

Soesilo Sarwono

Ir. Soesilo Sarwono
Dosen Pembimbing II



Parlaungan Adil Rangkuti

Ir. Parlaungan Adil Rangkuti
Dosen Pembimbing I



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang mana dengan rahmat-Nyalah tugas akhir penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Ir. Parlaungan Adil Rangkuti, atas petunjuk, saran dan bimbingannya sebagai dosen pembimbing I.
2. Ir. Soesilo Sarwono, sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan petunjuknya.
3. Laboratorium Perbengkelan Jurusan Mekanisasi Pertanian, atas segala fasilitas dalam pembuatan dan pengujian alat.
4. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, petunjuk dan bimbingan baik moril maupun materil dalam penelitian ini.
5. Ibu, ayah almarhum, kakak dan adik tercinta, yang telah memberikan bantuan, dorongan, biaya serta doa restu kepada penulis.

Atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan ini, penulis memohon pengertiannya. Semoga tulisan ini bermanfaat adanya.

Bogor, Juni 1991

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN PENELITIAN	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. TINJAUAN UMUM KOMODITAS KOPI	4
B. TAHAP KLASIFIKASI DALAM PENGOLAHAN KOPI	5
C. STANDAR MUTU KOPI	7
D. SIFAT FISIK WARNA	11
E. MEKANIKA PENGUMPANAN	12
F. KONTROL OTOMATIK	18
1. Pengindera	18
2. Penguatan Selisih	21
3. Pembanding	22
4. Pewaktu dan Penunda Waktu	24
5. Transistor dan Kele Sebagai Saklar	26
6. Solenoid	27
III. TAHAP PERANCANGAN	28
A. UNIT MEKANIK PENGUMPANAN BIJI	29
B. UNIT ELEKTRONIK	31

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

	Halaman
IV. METODE PENELITIAN	36
A. WAKTU DAN TEMPAT	36
B. BAHAN DAN ALAT	36
C. TAHAP PENGUJIAN	37
D. METODE PENGUJIAN	38
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. SISTEM PENGUMPANAN DENGAN PIRINGAN TEGAK	43
1. Faktor Yang Mempengaruhi Penampilan Pengumpanan	43
2. Pengamatan Penampilan Pengumpanan	44
3. Berbagai Pengaruh Performansi Pengumpanan	49
4. Pemilihan Perlakuan Pengumpanan Optimum	52
5. Kebutuhan Tenaga Penggerak Pengumpanan	55
B. SISTIM ELEKTRONIK ALAT SORTASI BIJI KERING <u>Coffea robusta</u>	57
1. Sistem Kerja Rangkaian Elektronik	57
2. Kepekaan Sensor	61
3. Ketepatan Sensor	69
C. ANALISA BIAYA PEMISAHAN	70
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	72
A. KESIMPULAN	72
B. SARAN	75
LAMPIRAN	77
DAFTAR PUSTAKA	108



@Hak Cipta milik IPB University

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai cacat dari berbagai jenis cacat kopi	10
Tabel 2. Nilai reflektansi berbagai warna permukaan	12
Tabel 3. Persamaan analisa-variasi Two-way Classification	40
Tabel 4. Kapasitas teoritis pengumpanan biji	44
Tabel 5. Pengaruh bukaan dan RPM piringan terhadap nilai A	50
Tabel 6. Nilai kapasitas pengumpanan pada dua piringan pengumpan	54
Tabel 7. Nilai ketepatan sensor LDR terhadap berbagai jenis cacat biji kering <u>Coffea robusta</u> ukuran Biji sedang dan besar	71

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hakipadigitalk IPB University

IPB University

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Irisan melintang biji kering <u>Coffea robusta</u>	5
Gambar 2. Spektrum elektromagnet	11
Gambar 3. Pengumpulan piringan tegak pada alat tanam biji-bijian	13
Gambar 4. Gaya gesek benda	14
Gambar 5. Gaya radial pada puli	15
Gambar 6. Kontrol otomatisasi	18
Gambar 7. Sistem pengukuran umum	19
Gambar 8. Sirkuit jembatan detektor fotokonduksi	20
Gambar 9. Simbol, grafik dan tiga jenis photo-resistor	21
Gambar 10. Simbol penguatan selisih	22
Gambar 11. Simbol pembanding	23
Gambar 12. Sirkuit dasar dan karakteristik keluaran pembanding	23
Gambar 13. Rangkaian multivibrator monostabil dan grafik cara kerja	24
Gambar 14. Rangkaian penunda waktu	25
Gambar 15. Transistor NPN sebagai saklar	26
Gambar 16. Simbol rele dan dioda pelindung arus induksi	27
Gambar 17. Simbol solenoid	27
Gambar 18. Bagan alir unit fungsional alat sortasi elektronik berdasarkan warna prinsip monokromatik pada biji kering <u>Coffea robusta</u>	28
Gambar 19. Bentuk pulsa selama penundaan	30

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Halaman

Gambar 20.	Hubungan nilai reflektansi biji kopi ukuran Sedang (%) dan nilai resistansi sensor LDR kiri (kOhm)	62
Gambar 21.	Hubungan nilai reflektansi biji kopi ukuran Besar (%) dan nilai resistansi sensor LDR kiri (kOhm)	62
Gambar 22.	Hubungan nilai reflektansi biji kopi ukuran Sedang (%) dan nilai resistansi sensor LDR kanan (kOhm)	63
Gambar 23.	Hubungan nilai reflektansi biji kopi ukuran Besar (%) dan nilai resistansi sensor LDR kanan (kOhm)	63
Gambar 24.	Hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri dan sensor LDR kanan pada ukuran Biji sedang	65
Gambar 25.	Hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri dan sensor LDR kanan pada ukuran Biji besar	66
Gambar 26.	Hubungan nilai resistansi ukuran Biji sedang dan Biji besar pada sensor LDR kiri	67
Gambar 27.	Hubungan nilai resistansi ukuran Biji sedang dan Biji besar pada sensor LDR kanan	68

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Komoditas kopi Indonesia	78
Lampiran 2. Gambar teknik unit mekanik Alat sortasi biji kopi	79
Lampiran 3. Analisa unit pengumpanan	84
Lampiran 4. Sirkuit elektronik alat sortasi biji <u>Coffea robusta</u>	88
Lampiran 5. Data ukuran biji kopi	89
Lampiran 6. Data uji performansi unit mekanik alat sortasi biji <u>Coffea robusta</u>	91
Lampiran 7. Hasil perhitungan analisa - variasi performansi unit mekanik alat sortasi biji <u>Coffea robusta</u>	97
Lampiran 8. Pemilihan jumlah lubang pirinyan (L), bukaan pengumpan (Bu), dan RPM pirinyan optimum pada pengumpan ukuran biji kopi Besar dan Sedang; berdasarkan Nilai Total Persen (NTP) pengaruh Persentase biji masuk per putaran (A), Persentase biji jatuh ke saluran cacat (C) dan Persentase pengumpan macet per putaran (F)	98
Lampiran 9. Data nilai resistansi berbagai jenis cacat biji kering kopi ukuran Sedang dengan sensor LDR	100
Lampiran 10. Data nilai resistansi berbagai jenis cacat biji kering kopi ukuran Besar dengan sensor LDR	101
Lampiran 11. Data nilai resistansi rata-rata dan deviasi maksimum dari berbagai jenis cacat biji kering kopi ukuran Sedang dan Besar	102
Lampiran 12. Nilai reflektansi berbagai jenis cacat biji kopi	103

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 13. Gambar foto alat sortasi elektronik biji kering <i>Coffea robusta</i>	104
Lampiran 14. Bagan alir proses perancangan dan cara kerja alat sortasi elektronik biji kopi	106

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Sektor Pertanian dalam Pelita V (1989-1993) diharapkan berfungsi sebagai katalisator pertumbuhan ekonomi; sebagai penghasil komoditas ekspor non migas, bahan baku industri maupun sumber mata pencaharian. Tujuan pembangunan sektor pertanian diantaranya meningkatkan kualitas, produktivitas dan nilai tambah komoditas pertanian dengan kebijakan umum diantaranya penelitian, pengembangan dan alih teknologi pertanian.

Peran komoditas pertanian dalam ekspor non migas cukup besar, sekitar 10.58 % dari total ekspor tahun 1987, dengan kontribusi subsektor Perkebunan 66 % (Anonymous, 1989). Kopi merupakan salah satu dari komoditas ekspor yang stabil selain karet, teh dan lada; diantara 31 jenis komoditas ekspor tanaman perkebunan. Dalam kuantitas kopi menghasilkan devisa ketiga setelah karet dan kelapa sawit; sedang dalam nilai ekspor menduduki urutan kedua setelah karet pada tahun 1987.

Mayoritas produksi kopi Indonesia berasal dari perkebunan rakyat (93.1 %), dengan jenis *Coffea robusta* dengan rata-rata jumlah ekspor per tahun 84.9 % dari produksi total kopi (BPS, 1987). Pertumbuhan produksi kopi rata-rata diproyeksikan 2.8 % per tahun dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pertumbuhan ekspor 3.1 % per tahun pada Pelita V (Anonymous, 1989).

Kualitas hasil (mutu) merupakan kendala utama dalam meningkatkan daya saing komoditas kopi Indonesia di pasar internasional. Perbaikan kualitas kopi ekspor dilakukan baik di perkebunan rakyat, swasta dan negara dengan metode pengolahan Proses Basah (WP) dan Kering (DK). Salah satunya adalah dengan metode klasifikasi/penggolongan saat buah kopi basah ataupun biji kering yang dilakukan secara manual ataupun menggunakan mesin. Selain itu diterapkannya standar mutu 'Sistem Nilai Cacat atau Defect System' yang memberikan nilai cacat untuk setiap jenis cacat biji.

Sortasi biji kopi kering dilakukan baik secara manual untuk memisahkan berbagai jenis cacat dengan hasil pemisahan yang kurang seragam dengan biji tidak diharapkan mencapai 4 %, ini dipengaruhi faktor fisiologis pada kondisi kerja serta waktu kerja beragam. Selain itu alat sortasi elektronik juga digunakan dengan hasil pemisahan lebih seragam dengan biji tak diharapkan mencapai 2 %; selain itu dapat bekerja tanpa mengalami kelelahan kerja dengan efisiensi konstan, tidak dipengaruhi kondisi lingkungan, kejenuhan kerja dan dengan ketelitian yang tinggi (Sivetz dan Desrosier, 1979).





B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian meliputi perancangan dan pembuatan alat sortasi elektronik berdasarkan warna prinsip monokromatik pada biji kering Coffea-robusta. Melakukan uji performansi kapasitas pengumpanan unit mekanik; uji kepekaan dan ketepatan sensor elektronik terhadap pendeteksian setiap cacat biji.

@hak_cipta_milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumpankan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. TINJAUAN UMUM KOMODITAS KOPI

@Hak cipta milik IPB University

Tanaman kopi termasuk dalam Klas Dicotyledoneae, Ordo Rubiales, Famili Rubiaceae dan Genus *Coffea*. Tumbuhan yang berasal dari Ethiopia ini terdiri dari ratusan spesies, diantaranya yang penting dalam perdagangan adalah *Coffea arabica* dan *Coffea robusta* (Anonymous, 1960; Clifford dan Willson, 1985).

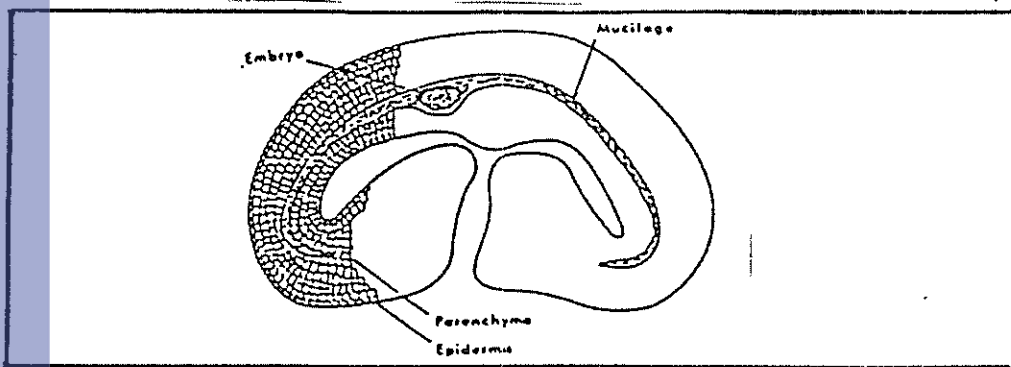
Produksi kopi Indonesia menempati urutan keempat didunia setelah Brasil, Columbia dan Pantai Gading; dengan perkembangan penanaman yang dipengaruhi faktor ketahanan terhadap penyakit, kualitas dan produktivitas (Soetejo, 1974). Luas tanaman *Coffea robusta* meliputi 88 % dan *Coffea arabica* sekitar 10 % luas tanam kopi Indonesia.

Tujuan pengolahan kopi (bahan baku buah kopi matang hasil panen) adalah mendapatkan biji kopi kering dengan kadar air 12-13 % basis basah, yang terlepas dari sekam kopi; sebagai produk setengah jadi untuk bahan baku industri pengolahan kopi bubuk atau instan, yang biasa disebut kopi beras (ose) (Diptadi dan Nasution, 1985; Sivetz dan Desrosier, 1979).

Setelah tahap pemetikan, pengangkutan dan penampungan awal; dewasa ini dikenal dua metode

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pengolahan kopi yaitu Proses Basah (Wet Process) yang lebih mahal dan rumit dengan langkah dasar klasifikasi hasil panen, pengupasan daging buah, pelepasan lapisan lendir, pengeringan dan penggebrusan; sedang Proses Kering (Dry Process) memerlukan waktu lebih lama tetapi mudah, dengan langkah dasar klasifikasi hasil panen, pengeringan dan penggebrusan (Clarke di dalam Clifford dan Willson, 1985). Rendemen pengolahan Coffea robusta dengan metode Proses Basah sekitar 20 % sedang dengan Proses Kering 21 %. Sifat fisik biji kering dengan penampang pada Gambar 1; Coffea robusta mempunyai kerapatan kamba 780 kg/m^3 dengan rata-rata jumlah biji 4000-6000 buah/kg.



Gambar 1. Irisan melintang biji kering Coffea robusta (Clifford dan Willson, 1985).

B. TAHAP KLASIFIKASI DALAM PENGOLAHAN KOPI

Tahap klasifikasi/pengelompokan dilakukan setelah tahap pembersihan (pemisahan dari kotoran/benda asing); baik pada buah segar maupun biji kering, terdiri dari sortasi dan grading. Sortasi merupakan

pemisahan bahan bersih ke dalam fraksi mutu yang beragam, yang bisa ditentukan dengan dasar ukuran, bentuk, kerapatan dan warna. **Grading** merupakan klasifikasi bahan dengan dasar nilai komersial dan kegunaan tergantung pada lebih banyak faktor (grade-factor) saat sortasi (Henderson dan Ferry, 1976).

Sivetz dan Desrosier (1979) menjelaskan bahwa dalam tahap klasifikasi biji kopi kering bertujuan mengelompokkan biji sehat dan utuh dari cacat biji coklat, kotoran/benda asing, biji berlubang, pecah, hitam, berkulit tanduk, kulit ari serta buah hijau.

Mesin penampi Catador untuk memisahkan biji bersih dari sekam kopi, kotoran kecil, daun dan ranting, biji pecah, debu melalui prinsip perbedaan berat jenis dengan hembusan udara.

Mesin ayakan getar untuk memisahkan biji kopi kering berdasarkan ukuran Besar (>7.5 mm), Sedang (6.5–7.5 mm) dan Kecil (5.5–6.5 mm) dengan persen lolos maksimum 2.5 % (berat).

Sortasi elektronik untuk memisahkan biji kopi menurut warna yang diinginkan dari cacat biji hitam, coklat dan warna lain. Prinsip kerja dengan melewatkan biji kopi satu persatu secara cepat ke sensor; hasil pantulan warna biji memberikan sinyal listrik dan diproses oleh unit elektronik untuk memisahkan biji tak diharapkan. Gunson-sortex menggunakan sensor photomultiplier dan photovoltaik;



baik dengan prinsip monokromatik (gelap-terang) maupun bikhromatik (merah-hijau-biru) yang dapat diatur kepekaannya. Metode ini menghasilkan keseragaman pemisahan, kualitas dan ketelitian yang tinggi; dengan hasil biji tak diharapkan sekitar 2 %.

Sortasi manual/visual untuk memisahkan semua jenis cacat, baik warna, biji berlubang, pecah, rusak serta benda asing lain dari biji sehat utuh. Metode ini dilakukan tenaga wanita baik dengan meja sortasi maupun ban berjalan. Menurut Henderson dan Perry (1976), hasil pemisahan tergantung pada faktor tenaga kerja (dipengaruhi kondisi pencahayaan yang baik, suhu ruang kerja, kebersihan dan peralatan yang terawat serta teknik pemisahan yang tepat) serta tata letak peralatan (mempengaruhi hasil pemisahan produk pada tingkat maksimum dengan kekeliruan minimum). Faktor ini mempengaruhi keseragaman hasil dan efisiensi pemisahan, dengan biji tak diharapkan mencapai 4 %.

C. STANDAR MUTU KOPI

Kopi Indonesia mempunyai gambaran negatif di pasar internasional dengan tidak terjaminnya mutu; sehingga hanya ditempatkan sebagai sumber kopi tambahan (secondary supply). Untuk mengubahnya perlu ada pengawasan dan pengendalian mutu yang bertujuan memelihara keseragaman mutu kopi, meningkatkan



effisiensi dan menjamin mutu baik dalam jangka panjang yang memuaskan konsumen.

Kramer dan Twigs di dalam Irfan (1987) mendefinisikan mutu sebagai gabungan 9 sifat-sifat khas (karakteristik) yang menjadi pembeda tingkat kepuasan/penerimaan konsumen terhadap suatu unit produk, yang mempunyai sifat sensory/inderawi dan kuantitatif; untuk hasil pertanian terdiri dari sifat fisika, kimia, biologi, bentuk, ukuran, warna, kadar air, protein, sifat cita rasa, aroma, tekstur dan sebagainya.

Beberapa penyebab kerusakan mutu kopi terdiri dari aspek teknik (bercocok tanam, spesies, klon, hama, pemetikan, pengolahan dan penyimpanan) serta beberapa aspek non teknis. Wibowo (1985) menjelaskan, jenis kerusakan yang terjadi di kebun yaitu biji berlubang (akibat serangan hama bubuk buah), biji hitam (akibat penyakit) dan biji muda. Selama pengolahan terjadi kerusakan biji pecah, berkulit ari-tanduk (penggebrusan tak sempurna), biji coklat (akibat fermentasi berlebihan dan pengeringan tak tepat), biji bertutul-tutul (penyetelan pulper tak tepat).

Standar mutu kopi Indonesia Sistim Nilai Cacat memisahkan setiap Jenis Cacat (biji cacat dan kotoran) secara fisik dan menghitung Nilai Cacatnya berlaku tanggal 1 Oktober 1983 untuk menggantikan Sistem



Triase. Jenis mutu dibedakan dalam jenis kopi, cara pengolahan, nilai cacat (dalam 6-tingkat mutu) serta daerah asal.

Jenis cacat warna biji kopi disebabkan tingkat kematangan petik maupun akibat serangan hama, sangat menentukan tingkat mutu. Klasifikasi dari 6-tingkat mutu berdasar Sistim Nilai Cacat sebagai berikut.

MUTU	SYARAT MUTU
Mutu 1	Jumlah nilai cacat maksimum 11
Mutu 2	Jumlah nilai cacat 12 sampai 25
Mutu 3	Jumlah nilai cacat 26 sampai 44
Mutu 4	Jumlah nilai cacat 45 sampai 88
Mutu 5	Jumlah nilai cacat 81 sampai 150
Mutu 6	Jumlah nilai cacat 151 sampai 225

Setiap biji cacat dari contoh kopi yang diuji diberi Nilai Cacat berdasar Tabel 1.

Wibowo (1985) menjelaskan perbedaan karakteristik biji sehat dan biji cacat (biji hitam, hitam pecah, biji muda dan kopi glondong) nyata berpengaruh pada sifat fisik, kimia, organoleptik seduhannya (rasa, aroma dan warna). Biji hitam mempunyai kadar abu besar, rasa dan aroma seperti kayu busuk. Biji pecah memberi efek rasa terbakar/menggigit bila disangrai bersama biji utuh.

Biji muda mempunyai kadar abu dan abu tak larut lebih besar dengan aroma dan rasa tak disukai serta kealkaian tinggi. Kopi glondong mempunyai rasa pulp yang dominan dengan rasa terbakar.

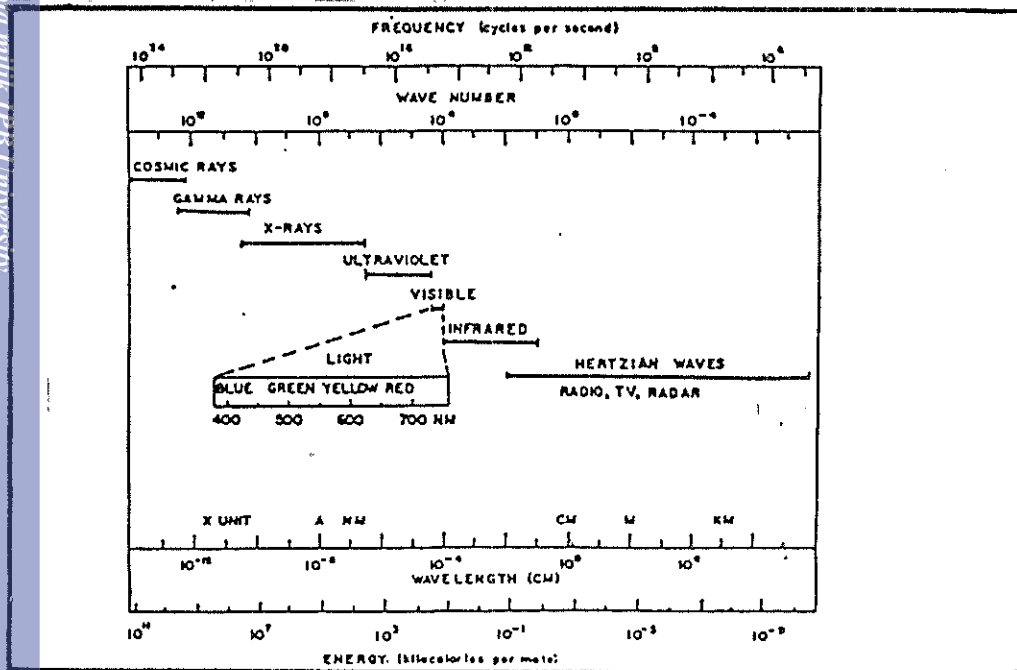
Tabel 1. Nilai Cacat Dari Berbagai Jenis Cacat Kopi

CACAT	JENIS CACAT	NILAI CACAT
Warna	Satu biji hitam	1
	Dua biji hitam sebagian	1
	Dua biji hitam pecah	1
	Empat biji coklat	1
	Sepuluh biji bertutul-tutul	1
Bentuk	Satu ranting, tanah, batu besar	5
	Satu ranting, tanah, batu sedang	2
	Satu ranting, tanah, batu kecil	1
	Lima biji pecah	1
Berlubang	Lima biji berlubang > satu	1
	Sepuluh biji berlubang satu	1
Sekam	Satu sekam ukuran besar	1
	Dua sekam ukuran sedang	1
	Lima sekam ukuran kecil	1
Kulit tanduk	Dua kulit tanduk ukuran besar	1
	Lima kulit tanduk ukuran sedang	1
	Sepuluh kulit tanduk ukuran kecil	1
Kulit ari	Sepuluh kulit ari (robusta - WF)	1
Biji muda	Lima biji muda (tak sempurna)	1
Kopi buah	Satu kopi glondong	1

Sumber: Anonimous, 1982.

D. SIFAT FISIK WARNA

Sifat fisik warna merupakan karakteristik cahaya bagian dari spektrum elektromagnet, dengan intensitas dan panjang gelombang yang dapat diukur.



Gambar 2. Spektrum elektromagnet (Withrow dan Withrow di dalam Hanan et al, 1978).

Plant dan Stuart (1985) menjelaskan bahwa intensitas cahaya berkaitan dengan banyaknya energi cahaya jatuh ke permukaan benda dalam satu detik, biasa disebut kuat penerangan (illuminasi). Menurut Willard et al (1974) pemantulan/reflektansi/albedo terjadi sewaktu cahaya mengenai batas antara dua media; ini merupakan perbandingan jumlah yang dipancarkan kembali oleh permukaan (illuminasi) dengan satuan persen.

Pantulan cahaya dari permukaan kontak (spekular) yang telah dipengaruhi warna permukaan benda disebut komponen diffuse.

Tabel 2. Nilai Reflektansi Berbagai Warna Permukaan.

Warna	Reflektansi Warna	Reflektansi	
Putih	85	Abu-abu sedang	55
Krem muda (light)	75	Hijau sedang	52
Abu-abu muda	75	Biru sedang	35
Kuning muda	75	Abu-abu tua (dark)	30
Kekuningan muda	70	Merah tua	13
Hijau muda	65	Coklat tua	10
Biru muda	55	Biru tua	8
Kuning sedang (medium)	65	Hijau tua	7
Kekuningan sedang	63		

Sumber: Woodson dan Conover di dalam Grether dan Baker di dalam Anonimous, 1972.

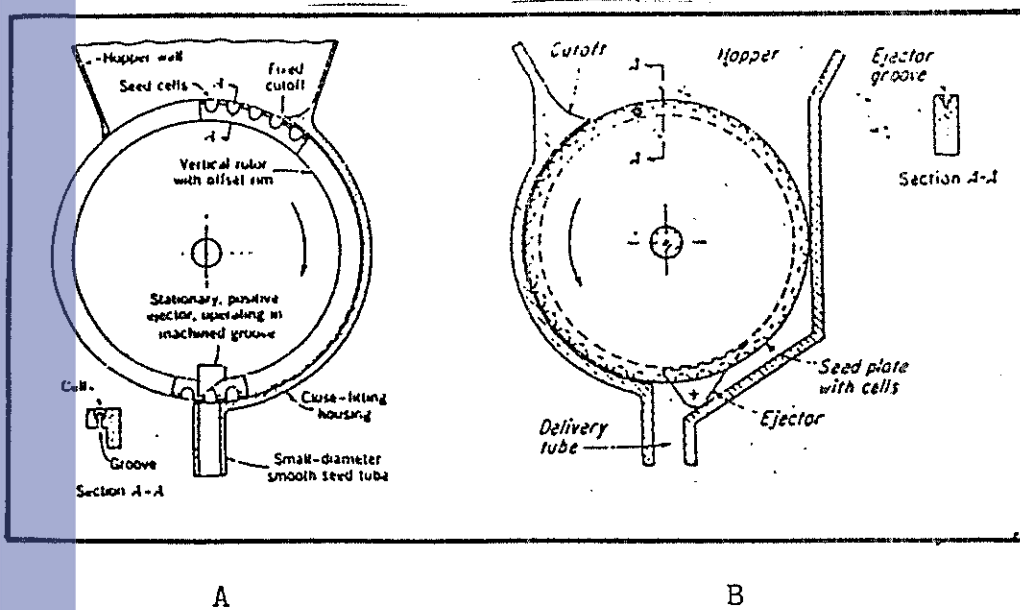
Warna prinsip bikhromatik menunjukkan warna dari nilai gabungan warna spektrum merah, hijau dan biru; selain itu prinsip monokhromatik tergantung dari kepudaran cahaya pantulan (derajat putih) dengan pemisahan warna gelap-terang (Anonimous, 1976).

E. MEKANIKA PENGUMPANAN

Pengumpunan biji secara tunggal (satu-persatu) yang cermat biasa digunakan pada alat tanam biji-biji an dengan jarak tertentu. Pengumpunan ini biasanya mempunyai sel atau lubang biji pada bagian yang bergerak; terdiri dari beberapa tipe yaitu plat horisontal, plat miring/incline, rotor vertikal (piringan tegak), sabuk dan pneumatik (Kepner et al, 1982).

Jarak antar biji yang tepat (selisih waktu pengumpanan) ,dan peluang lubang biji terisi biji-bijian secara tepat sangat diperlukan; ini dipengaruhi beberapa faktor antara lain ukuran biji, keseragaman, bentuk, dan ketahanan biji terhadap kerusakan (Richey et al, 1961).

Pengumpan tipe piringan tegak seperti Gambar 3, biasa digunakan pada alat tanam; mempunyai lubang biji yang cukup besar untuk masuk satu biji. Biji yang masuk ke lubang biji dari bagian atas, setelah melewati tutup/cover piringan kemudian dikeluarkan di bagian bawah dengan bantuan ejector.

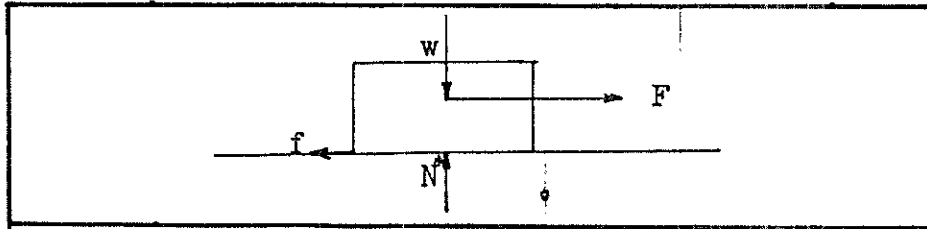


Gambar 3. Pengumpan piringan tegak pada alat tanam biji-bijian (A: Kepner et al, 1982; B: Richey et al, 1961).

Fungsi-fungsi yang bekerja meliputi:

1. Gaya gesek benda (f) pada suatu permukaan dengan arah gerak berlawanan arah dengan gerak benda, sebesar:

$$f = \mu N^*$$



Gambar 4. Gaya gesek benda (Rowe, 1970).

2. Torsi untuk menggerakkan piringan menurut Rowe (1970) ditunjukkan dengan persamaan:

$$T = I \alpha = mk^2 \alpha = 1/2 mR^2 \alpha = 1/2 \rho \pi R^4 t \alpha$$

$$T = \rho \pi^2 R^4 t (RPM_1 - RPM_2) / 60$$

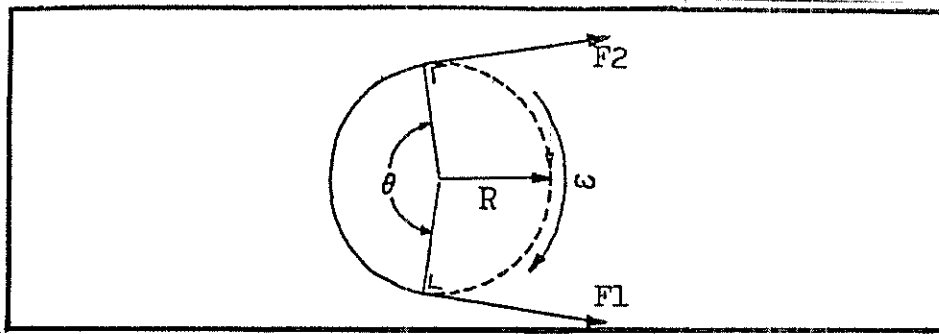
3. Hubungan antara beban radial pada satu puli atau roda gigi (sproket), menurut Rowe (1970) dapat ditunjukkan oleh persamaan

$$F_2 / F_1 = e^{\mu \theta}$$

$$\theta_{\text{rad}} = 0^\circ / 360^\circ \times 2 \pi \text{ rad}$$

$$\text{Tenaga maksimum (P)} = \text{Torsi maksimum (T)} \times \omega$$

$$= (F_2 / F_1) R \times RPM \times 2 \pi / 60$$



Gambar 5. Gaya radial pada puli (Rowe, 1970)

4. Hubungan antara torsi yang terjadi pada poros, dengan tenaga yang dibutuhkan pada putaran poros tertentu ditunjukkan Nash (1983) dengan persamaan

$$P = T \times \omega = T \times (2 \times \pi \times \text{RPM} / 60)$$

Kecepatan linear suatu benda yang bergerak melingkar tergantung dari kecepatan sudut dan jarak benda dari titik pusat adalah

$$v = \omega \times R = (2 \times \pi \times \text{RPM} / 60) \times R$$

Tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan benda dengan kecepatan tertentu sebesar

$$P = F \times v$$

5. **Pemindahan tenaga** dari sumber tenaga ke beban kerja dapat menggunakan gear, sabuk, rantai dengan bearing (Krutz et al, 1984). Pemindahan tenaga dengan rantai dan roda gigi mempunyai berbagai keuntungan diantaranya lebih kuat, slip dapat ditiadakan sehingga rasio kecepatan tetap dengan efisiensi pemindahan tenaga tinggi (Pratomo dan

Irwanto, 1983). Sistem ini dapat melakukan pemindahan Sistem Terbuka antara dua poros ataupun untuk beberapa poros.

Krutz et al (1984) menjelaskan bahwa dalam merancang pemindahan dengan rantai diperlukan data tenaga yang dipindahkan, kecepatan putar poros, beban dan sumber tenaga, diameter poros, jarak antar poros serta kondisi lingkungan; dengan persamaan berikut:

$$i = \text{RPM}_1 / \text{RPM}_2 = N_2 / N_1$$

$$v = (p \times N \times \text{RPM}) / 376$$

$$Dt = p / \sin (180/N)$$

$$P = P \times SF_1 \times SF_2$$

$$L = 2C + (N_2 + N_1) / 2 + (N_2 - N_1)^2 / 4 \pi^2 C$$

$$C = 1/4 \times \{L - (N_2 + N_1) / 2 + [(L - (N_2 + N_1) / 2)^2 - 8(N_2 - N_1)^2 / 4 \pi^2]^{1/2}\}$$

Keenam persamaan diatas menunjukkan rasio kecepatan rantai (i), kecepatan linear rantai (v), diameter nominal roda gigi (Dt), tenaga yang



dibutuhkan (F), panjang rantai pada pemindahan terbuka (L), dan koreksi jarak antar poros yang dibutuhkan (C).

Koefisien gesekan bearing tergantung beban, kecepatan, pemasangan, temperatur dan pelumasan (Hall, et al, 1980). Untuk pembebanan radial jalur tunggal sebesar 0.0015 dengan nilai rata-rata 0.001. Torsi akibat gesekan pada bearing (penyangga poros) dan perhitungan tenaga yang hilang menurut Hall et al (1980) sesuai persamaan berikut:

$$M_t = f \times F \times (D/2)$$

$$P_h = M_t (2\pi \text{CRPM}/60)$$

6. **Motor listrik DC putaran rendah** membutuhkan sumber listrik arus searah; bekerja dengan cara merubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa kopel (perputaran sumbu). Bagian motor listrik secara umum terdiri dari bagian diam (stator) berupa magnet permanen atau magnet induksi dan bagian berputar (rotor) berupa lilitan konduktor pada poros. Pada motor DC dilengkapi komutator yang berfungsi merubah listrik searah (DC) menjadi listrik bolak balik (AC).

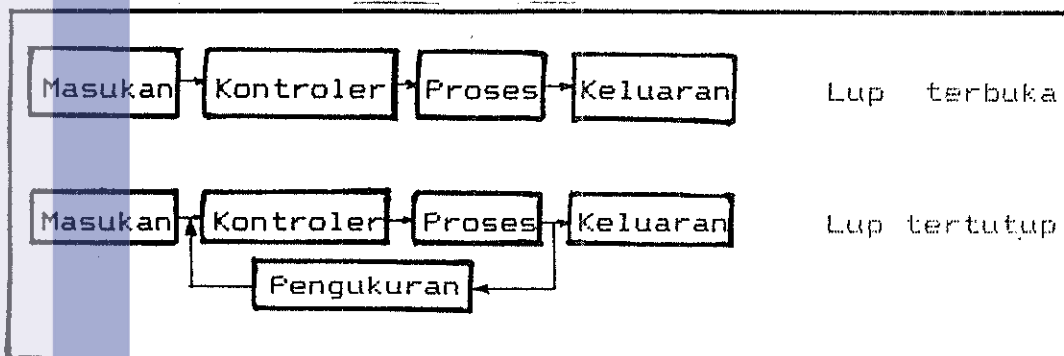


F. KONTROL OTOMATIK

Kontrol otomatis erat kaitannya dalam proses industri baik pengolahan, kimia dan lainnya. Ini dapat dilakukan secara mekanik maupun elektronik.

Penerapan kontrol otomatis secara elektronik dewasa ini telah berkembang pesat; ini disebabkan instrumen elektronik hampir dapat mengukur semua besaran fisik dan kimia kedalam besaran listrik. Selain itu dapat diterapkan dengan ongkos murah, berdaya guna, ringkas dan teliti, ringan dan usia pakai lebih lama dibanding sistem mekanik (Plant dan Stuart, 1985).

Garis besar bagan alir kontrol otomatis, ditunjukkan pada Gambar 6.

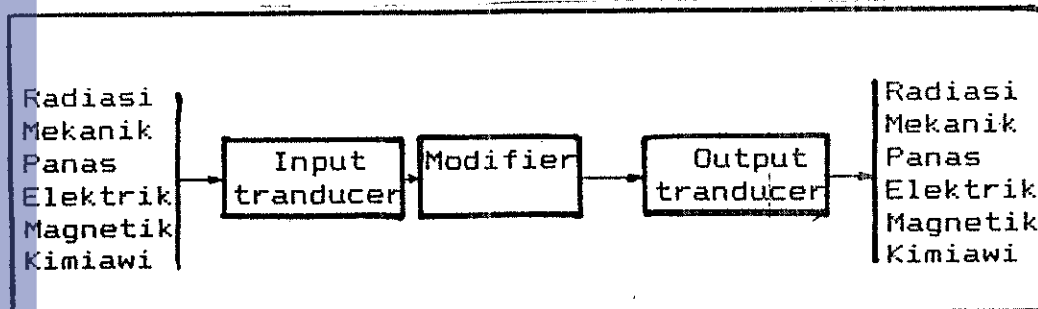


Gambar 6. Kontrol otomatisasi (Ogata, 1989)

1. Pengindera

Pengindera/sensor/transducer merupakan unit pokok dalam sistem pengukuran. Sensor adalah alat dimana dapat mendeteksi perubahan fisika dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diukur dan dicatat. Transducer merupakan alat yang dapat

mengubah/mengganti energi dari suatu sistem ke sistem lain dalam bentuk sama atau berbeda (Usher, 1985). Doebelin (1985) mengategorikan transducer menjadi transducer aktif dan transducer pasif. Transducer aktif merupakan transducer dimana energi yang digunakan untuk mengkonversi besaran fisik menjadi sinyal listrik sebagian besar atau seluruhnya berasal dari energi obyek yang dikonversi. Transducer pasif melaksanakan fungsinya dengan mengkonversi besaran obyek menjadi sinyal listrik memerlukan sebagian atau tidak sama sekali energi obyek sehingga memerlukan energi pembantu (auxiliary energy resources).

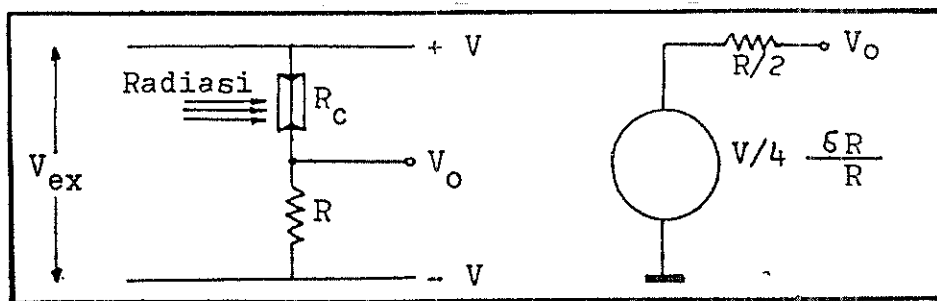


Gambar 7. Sistem pengukuran umum (Usher, 1985)

Ada tiga tipe transducer yang dapat mengubah input energi menjadi output energi dalam bentuk sama (modifier), bentuk berbeda (self generator) dan menggunakan sinyal modulasi (modulator). Transducer tipe modifier mempunyai efisiensi konversi energi sangat tinggi, sedang tipe modulator merupakan kelompok terbesar dengan aliran energi relatif besar yang dikontrol energi

input yang jauh lebih kecil. Tipe self generator biasanya menghasilkan energi output sangat rendah dan mempunyai efisiensi konversi kurang efektif (Usher, 1985).

Efek radiasi/pancaran cahaya dapat dideteksi baik oleh transducer tipe self generator yaitu photovoltaic, maupun tipe modulator yaitu fotokonduksi dan photoemisi; ketiganya disebut photodetektor dari tipe detektor photon-cahaya yang akan meningkat responsivitasnya secara linear dengan pertambahan panjang gelombangnya. Detektor fotokonduksi dibentuk oleh bahan semikonduktor, dimana photon cahaya yang jatuh menyebabkan eksitasi elektron melalui beda energi yang menyebabkan perubahan konduktivitasnya, ini biasa dioperasikan dalam sirkuit jembatan (Usher, 1985).

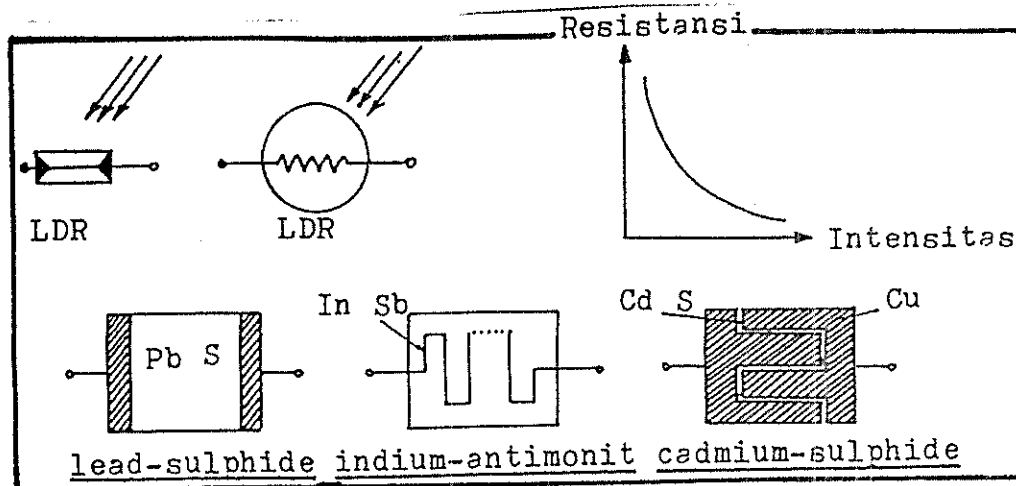


Gambar 8. Sirkuit jembatan detektor fotokonduksi

Ada tiga jenis detektor fotokonduksi, dua yang terbaik adalah Cd S (cadmium sulphide) dan Cd Se (cadmium selenide); dengan luas beda energi 2 eV, pada panjang gelombang kritis 600-700 nm dan

mempunyai karakteristik resistansi sel sangat tinggi, responsivitas $> 10^7$ V/W dengan konstanta waktu sampai 0.1 detik (Usher, 1985). Offner (1967) menambahkan bahwa konstanta waktu CdS adalah 0.1-10 detik dan CdSe antara 0.001-1 detik.

Komponen ini dikenal sebagai resistor peka cahaya atau light dependent resistor (LDR), yang berkelakuan tidak linear dan saat dicahaya resistansinya hanya beberapa ratus ohm. Photoresistor (LDR) atau photosel ini mempunyai dua kawat terminal dan tanda panah di atasnya menunjukkan jatuhnya cahaya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan, seperti Gambar 9.



Gambar 9. Simbol, grafik dan tiga jenis photo resistor (Flant dan Stuart, 1985; Usher, 1985)

2. Penguatan Selisih

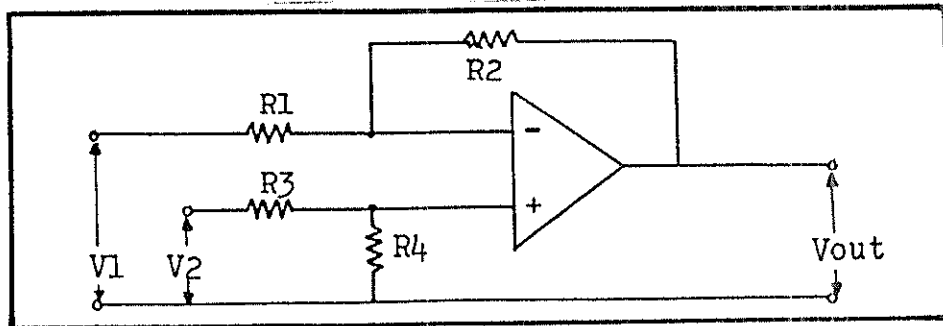
Penguatan selisih (differential amplifier) adalah penguat DC dengan dua masukan independent

dan sebuah keluaran yang sinyalnya sebanding dengan perbedaan antara kedua sinyal masukannya (Amos, 1988). Nilai tegangan keluaran (V_{out}) ditunjukkan oleh persamaan:

$$V_{out} = A \times (V_2 - V_1)$$

$$A = R_2/R_1 = R_4/R_3 \quad \text{jika } R_2=R_4 \text{ dan } R_1=R_3$$

Faktor penguatan (A) ditentukan oleh nilai resistansi R_2 dan R_1 ; akan memberikan penguatan atas beda tegangan masukan yang kecil.

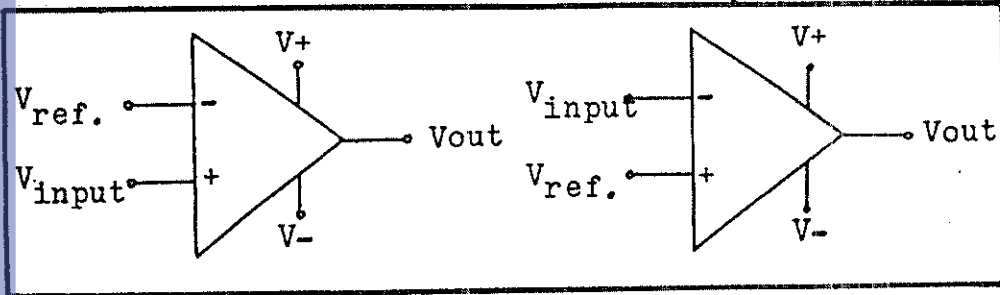


Gambar 10. Simbol penguatan selisih (Wasito, 1986)

3. Pembeding

Pembeding (komparator) adalah sirkuit yang dapat menunjukkan suatu keadaan relatif dua buah tegangan masukan, dimana sebuah masukan merupakan potensial-referensi dan lainnya belum diketahui. Keluaran pembeding menunjukkan taraf sinyal yang belum diketahui berada di atas atau di bawah potensial-referensi (Soejoto dan Basuki, 1980). Berdasarkan tegangan masukan dan keluaran, pembeding berfungsi non inverting atau tak

membalik dan inverting atau membalik, seperti Gambar 11.

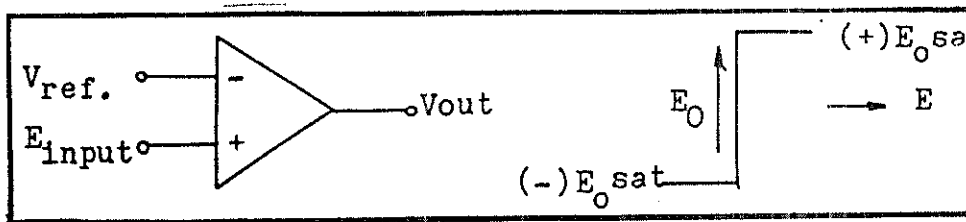


Tidak membalik

Membalik

Gambar 11. Simbol pembanding (Anonimous, 1984)

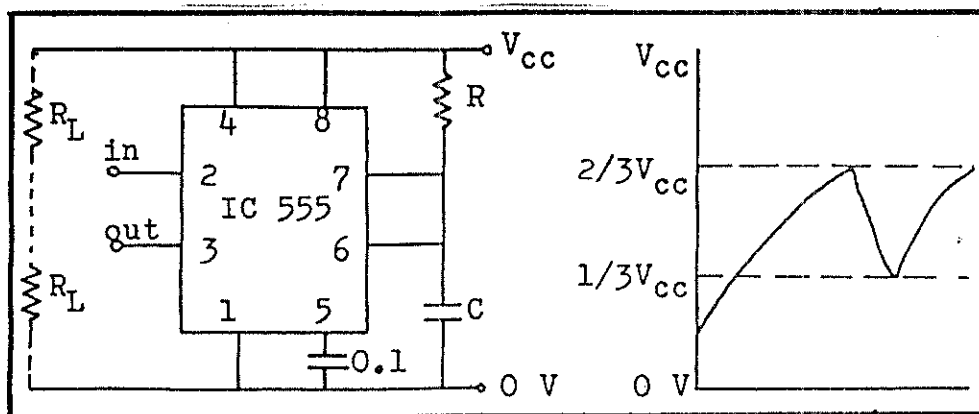
Karakteristik keluaran menunjukkan bila E_{in} lebih kecil dari V_{ref} , keluaran berada pada batas jenuh negatif (-) $E_{o\ sat}$; sedang bila E_{in} lebih besar dari V_{ref} , keluaran berada pada batas jenuh positif (+) $E_{o\ sat}$. Sirkuit ini bekerja pada kondisi jerat terbuka (open - loop) tanpa umpan balik negatif, biasanya dikehendaki dapat mengubah keadaan keluaran sangat cepat. Secara mendasar IC op-amp (seri 741) bisa digunakan sebagai komparator, selain IC khusus pembanding lain.



Gambar 12. Sirkuit dasar dan karakteristik keluaran pembanding (Soejoto dan Basuki, 1980)

4. Pewaktu dan Penunda Waktu

Pewaktu (timer) dapat menunjukkan selang waktu tertentu baik secara mekanik maupun elektronik. Rangkaian pewaktu elektronik kombinasi IC 555-resistor-kondensator selain ringkas dan teliti, banyak digunakan dalam instrumentasi industri, karena fungsinya yang serba guna dan cermat, dengan prinsip sebagai multivibrator monostabil. Rangkaian multivibrator monostabil bila disulut/trigger memberikan tegangan keluaran tinggi untuk waktu tertentu, kemudian kembali ke kondisi normal; rangkaian stabil hanya untuk suatu kondisi sebelum disulut (Plant dan Stuart, 1985).



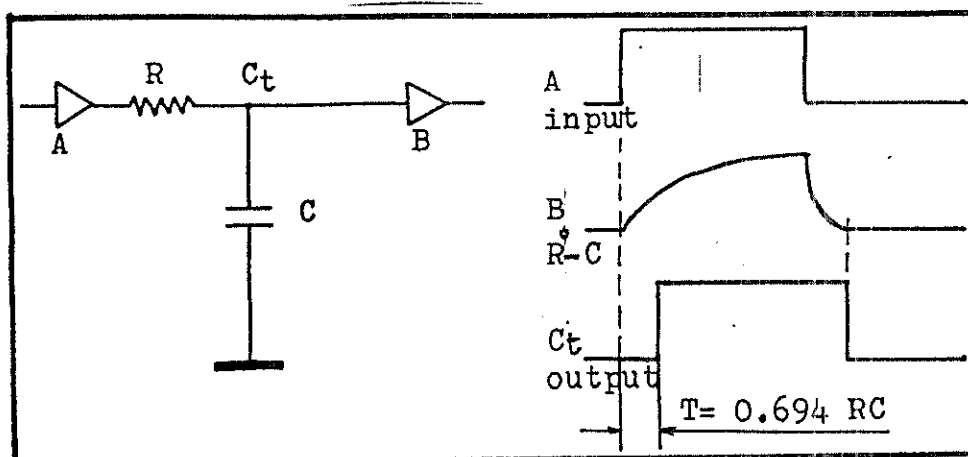
Gambar 13. Rangkaian multivibrator monostabil dan grafik cara kerja (Horowitz dan Hill, 1984)

Rangkaian bekerja bila muatan kapasitor C dibuang sampai disulut melalui Schmitt-trigger yang menyebabkan keluaran tinggi (H), maka transistor pembuang muatan mati, dan kapasitor terisi setelah mencapai $2/3 V_{CC}$. Input ambang (threshold) disulut menyebabkan keluaran rendah (L) dan transistor nyala membuang muatan C melalui ground. Input trigger diaktifkan dengan tingkat input dibawah $1/3 V_{CC}$, sedang input ambang diaktifkan pada tingkat diatas $2/3 V_{CC}$ dengan membutuhkan periode

$$T = 1.1 \times R \times C \quad (\text{detik})$$

Rangkaian penunda waktu (delay) menurut Horowitz dan Hill (1984) dapat dikembangkan dari rangkaian dasar pada Gambar 14. Keluaran R-C mempunyai karakteristik menunda dan keluaran akan terswitch selang waktu setelah masukan berubah

$$T = 0.694 \times R \times C \quad (\text{detik})$$



Gambar 14. Rangkaian penunda waktu (Horowitz dan Hill, 1984)

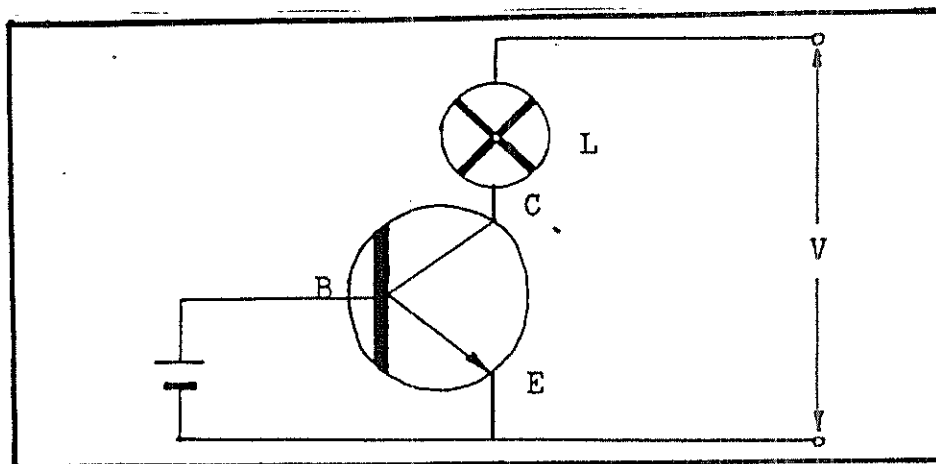
5. Transistor dan Rele Sebagai Saklar

Transistor merupakan komponen semikonduktor yang memiliki tiga lapis bahan dari tipe positif (P) dan negatif (N), memiliki tiga terminal atau elektroda yaitu Basis, Emitor dan Kolektor; terdiri dari dua jenis NPN dan PNP (Siregar, 1985) Transistor berfungsi untuk penguatan sinyal lemah (penguatan arus), dimana:

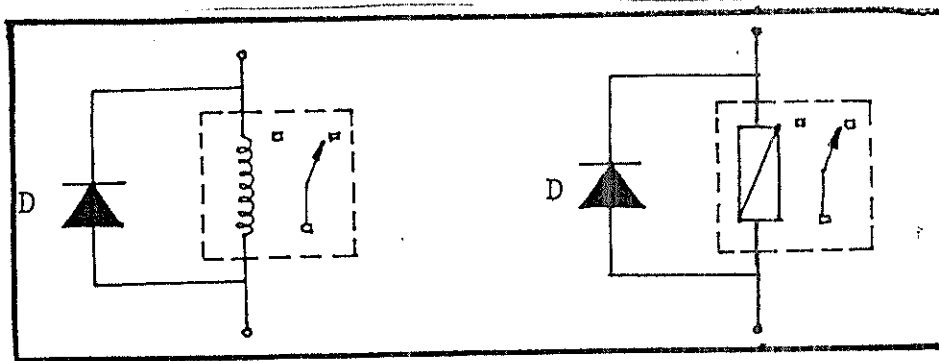
$$I_E = I_B + I_C \quad I_C = \beta I_B \quad \beta = I_C / I_B$$

β = faktor penguatan arus basis-kolektor

Perubahan kecil pada arus basis I_B menyebabkan perubahan besar pada arus kolektor I_C . Selain itu pula transistor berfungsi sebagai saklar elektronik yang memberikan tegangan positif antara basis dan emitor dengan transistor tipe NPN (Siregar, 1985). Beban kerja bisa berupa rele, lampu, motor listrik dan lainnya pada kolektor; dapat dikemudikan arus basis I_B .



Gambar 15. Transistor NPN sebagai saklar (Siregar, 1985)

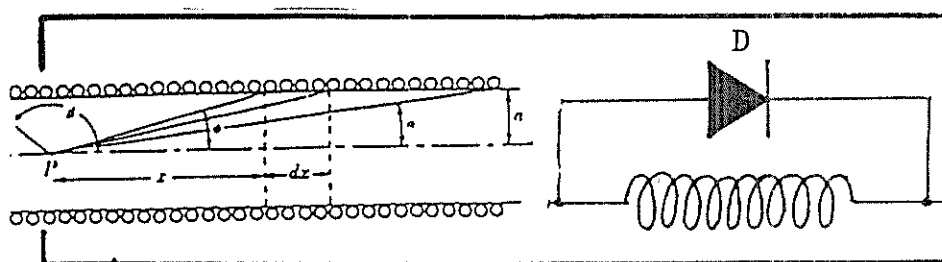


Gambar 16. Simbol rele dan dioda pelindung arus induksi

Rele merupakan salah satu beban kerja yang dapat digunakan sebagai saklar, yang akan mengendalikan sumber daya lokal. Secara umum berbentuk switch mekanik yang dikendalikan armatur elektromagnetik (Amos, 1988).

6. Solenoid

Solenoid bekerja berdasar prinsip adanya perubahan medan listrik yang menyebabkan perubahan medan magnet pada kumparan yang akan menggerakkan sumbu inti besi (core). Dioda bisa dipakai untuk melindungi solenoid menghindari arus tiba-tiba yang menimbulkan beban induksi (Horowitz dan Hill, 1984).



Kemagnetan

Kelistrikan

Gambar 17. Simbol solenoid.



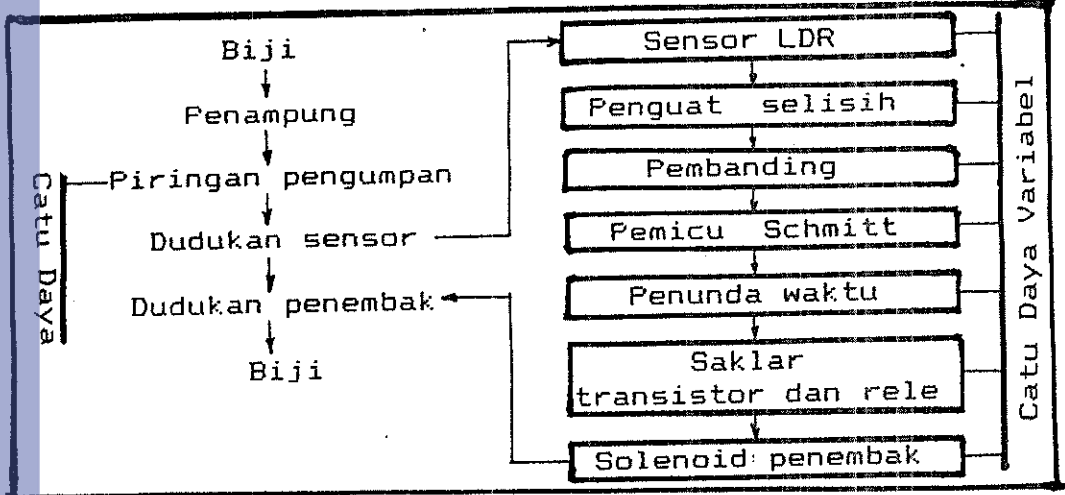
III. TAHAPAN PERANCANGAN

Alat sortasi elektronik berdasarkan warna prinsip monokromatik pada biji kering Coffea robusta terdiri dari dua unit utama yang menjadi satu kesatuan fungsi; unit tersebut terdiri dari :

Unit mekanik pengumpan biji, yang meliputi bagian : penampung biji, piringan pengumpan, dudukan penembak dan sensor, kerangka penunjang, tenaga penggerak dan pemindah tenaga, dan catu daya variabel.

Unit elektronik yang meliputi bagian : sensor LDR, penguat selisih, pembanding, pemicu Schmitt, penunda waktu, saklar transistor dan rele, solenoid penembak dan catu daya.

Hubungan fungsi-fungsi bagian setiap unit dapat dilihat pada bagan alir Gambar 18.



Gambar 18. Bagan alir unit fungsional alat sortasi elektronik berdasarkan warna prinsip monokromatik pada biji kering Coffea robusta.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

A. UNIT MEKANIK PENGUMPANAN BIJI

Sistem pengumpan biji secara tunggal atau satu-persatu ke dudukan sensor dan dudukan penembak dari penampung, menggunakan piringan vertikal dengan lubang biji yang diputar motor listrik putaran rendah; yang diletakkan pada kerangka alat. Gambar teknis alat pengumpan ini secara lengkap terdapat dalam Lampiran 2.

1. Bagian Penampung/Hopper

Penampung sementara biji ini mempunyai kapasitas tampung 5 kg biji kering *Coffea robusta* kadar air 12 - 14 % b.b. dengan kerapatan kamba 780 kg/m³, dengan kemiringan dasar penampung 33.5°.

Untuk menghindari kemacetan dan terlalu banyaknya kopi jatuh, dibagian keluaran dibuat bagian penggetar, sehingga biji meluncur dengan sendirinya; juga dibuat pintu pengatur keluaran.

2. Bagian Piringan Pengumpan Vertikal

Piringan modifikasi alat tanam benih ini, terdiri dari dua jalur; berfungsi memindahkan biji secara tunggal dalam lubang biji ke bagian keluaran. Bagian yang terbuat dari pembubutan plywood diameter 190 mm ini mempunyai lubang 20/15/10 buah dengan ukuran lubang biji kopi besar dan sedang, diletakkan pada poros dengan penjepit roda gigi 24 yang dapat dicopot; sehingga

memudahkan penggantian piringan dengan ukuran dan jumlah lubang yang diinginkan. Untuk mengarahkan perpindahan biji, piringan dilengkapi penutup sisi dan pengarah keluaran biji ke dudukan sensor.

3. Bagian Dudukan Sensor dan Penembak

Sensor LDR berjumlah 4 buah dengan 2 buah lampu untuk setiap jalur, terletak pada dudukan berupa lingkaran dari bahan isolator diameter 50 mm dilengkapi reflektor cahaya. Letak LDR saling berhadapan, sehingga keempat sisi biji dapat diindera.

Penembak biji cacat berupa mekanisme selenoid diletakkan pada dudukan besi plat dibawah sensor LDR; ini akan menekan secara cepat biji cacat yang jatuh, oleh tarikan elektromagnetik pada besi inti selenoid.

4. Kerangka

Kerangka penunjang berupa besi siku 40x40x4 mm, dan besi plat 40x3 mm dan 20x3 mm untuk bagian tidak bergerak. Bagian bergerak poros piringan ditunjang oleh pillow block diameter 3/4 inchi. Pengerjaan dilakukan dengan pengelasan.

5. Tenaga Penggerak dan Pemindahan Tenaga

Tenaga penggerak putaran poros piringan berupa motor listrik DC 12 V putaran rendah, dengan kecepatan putar yang dapat diatur melalui nilai tegangan catu yang diberikan. Untuk



memindahkan tenaga dari poros motor listrik ke poros piringan digunakan rantai nomor 40 dengan perbandingan roda gigi poros motor : poros piringan = 18 : 12.

6. Catu Daya Variabel

Catu daya variabel 5 Ampere berfungsi menyuplai tegangan yang dapat diubah-ubah pada motor listrik DC sehingga akan didapat putaran motor yang diinginkan. Perubahan tegangan dilakukan dengan mengatur potensiometer kit regulator variabel.

7. Analisa Unit Pengumpan

Analisa mekanika unit pengumpan meliputi analisa gaya yang bekerja, torsi untuk menggerakkan piringan, kebutuhan tenaga, pemindahan tenaga, analisa poros berupa momen bending yang bekerja, diameter minimal poros, defleksi lenturan dan puntiran terdapat dalam Lampiran 3.

B. UNIT ELEKTRONIK

Unit elektronik alat sortasi biji kering Coffea robusta bertujuan memisahkan biji kopi cacat dan sehat dengan memanfaatkan perbedaan nilai resistansi setiap jenis cacat oleh sensor LDR . Perbedaan yang sangat kecil ini dengan penguat selisih dan pembanding dapat diatur sesuai nilai resistansi



potensiometer ambang., Dengan menggunakan rangkaian waktu dilengkapi pemacu Schmitt; sinyal yang ada akan menghidupkan saklar transistor dan rele untuk mengaktifkan fungsi elektromagnet pada solenoid, sehingga akan menarik inti besi. Rangkaian lengkap unit elektronik dan catu daya terdapat didalam Lampiran 4.

1. Bagian Sensor

Setiap jalur pengumpanan terdiri dari empat LDR diletakkan berhadapan pada empat sisi tang berbeda; sehingga dapat mengindera pantulan warna keempat sisi biji yang diumpankan. Sumber cahaya menggunakan dua lampu 6 V, yang diletakkan diantara sensor saling berhadapan. Nilai resistansi setiap cacat biji merupakan nilai gabungan dari empat buah LDR. Perubahan nilai resistansi, dengan menggunakan resistor 10 kOhm dan catu daya 12 V akan memberi perubahan tegangan keluaran dalam rangkaian pembagi tegangan.

2. Bagian Penguat Selisih (Differential Amplifier)

Rangkaian ini menggunakan IC LM 741 CN, dimana masukan tak membalik (kaki 3) berasal dari perubahan tegangan resistor, sedang masukan membalik (kaki 2) berasal dari tegangan referensi dengan pengaturan variabel resistor 10 kOhm untuk ambang dan potensiometer 1 kOhm untuk pendekatan nilai resistansi cacat biji. Penguatan perubahan



nilai tegangan keluaran digunakan resistor senilai 1 MOhm dan 100 Ohm, dengan pembesaran 10000 kali. Untuk memilih sinyal keluaran pada kondisi off/rendah 0 V, digunakan dioda 1N4148; sehingga kondisi jenuh negatif bukan - 12 V.

3. Bagian Pembanding (Komparator)

Rangkaian pembanding berfungsi membandingkan antara tegangan masukan dari penguat selisih pada masukan membalik IC LM 741 CN; dan tegangan referensi pada masukan tak membalik, yang mana akan lebih memilih sinyal keluaran. Ini berfungsi membalik kondisi keluaran dengan batas jenuh negatif keluaran 0 V dengan menambah dioda 1N4148.

4. Bagian Pemicu Schmitt (Schmitt-trigger)

Pemicu Schmitt dengan menggunakan IC SN 7414 N yang aktif berfungsi bila ada sinyal membalik (inverting). Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan satu sinyal kondisi tinggi dalam sesaat kemudian kembali ke kondisi normal; berguna untuk pewaktu one-shot. Transistor BC 141 berfungsi sebagai saklar, dimana bila terdapat sinyal masukan akan memberikan masukan 0 V; bila sinyal normal maka kondisi masukan IC pemicu bernilai negatif, sehingga aktif berfungsi.



5. Bagian Penunda Waktu

Pewaktu berupa rangkaian multivibrator mono stabil dengan menggunakan IC LM 555, dengan pengaturan selang waktu menggunakan variabel resistor 1 MOhm dan kapasitor 0.47 μ F. Pewaktu fungsi one-shot ini dilengkapi kapasitor 0.1 μ F pada kaki 5. Sinyal yang masuk kaki 2 akan membentuk kondisi yang sama selang $T = 1.1 RC$. Dengan transistor 2N3053 sebagai saklar, rangkaian penunda waktu (delay-time) diaktifkan bila ada sinyal masuk ke transistor; sinyal akan keluar setelah ditunda selama $T = 0.694 RC$. Pengaturan dengan menggunakan kapasitor 0.47 μ F dan variabel resistor 10 kOhm.

6. Bagian Saklar Transistor dan Rele

Sinyal keluaran yang mempunyai tegangan kecil, tidak cukup kuat untuk menggerakkan beban berupa solenoid atau rele. Untuk itu perlu adanya transistor jenis 2N3053 sebagai saklar untuk mengaktifkan rele 12 V, yang akan menggerakkan solenoid penembak.

7. Bagian Solenoid Penembak

Solenoid aktif berfungsi bila mendapatkan tegangan 12 V yang akan membangkitkan gaya magnet yang akan menggerakkan inti besi. Gaya tarik inti besi ini menggerakkan mekanisme solenoid.



Untuk melindungi beban induksi dari arus tiba-tiba dipakai diode 1N4002.

8. Catu Daya

Untuk mencatu tegangan masukan ke unit elektronik digunakan beberapa nilai tegangan +12 V +5 V, +9 V, -5 V dan -12 V. Transformator 3 Ampere dan 1 Ampere menyuplai tegangan bagi IC regulator tegangan LM 7812, 7805, 7809, 7905 dan LM 7912, sehingga didapat tegangan konstan.

Silikon bridge 3 dan 1 Ampere sebagai penyearah arus, memberi tegangan keluaran yang relatif rata dengan nilai tinggi. Untuk memperkuat arus keluaran digunakan transistor daya tipe 2N3055 untuk tegangan negatif dan MJ2955 untuk tegangan positif. Untuk lebih menghaluskan tegangan keluaran digunakan kondensator tipe 2200 μF , 100 μF dan 0.1 μF .

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



IV. METODE PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT

Penelitian dilaksanakan selama delapan bulan, terhitung dari awal bulan September 1988 sampai awal bulan Mei 1989. Pelaksanaan penelitian didahului dengan pembuatan unit mekanik di Bengkel Pengolahan Hasil Pertanian Jurusan Mekanisasi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Pengujian dan Pengamatan alat meliputi unit mekanik dan elektronik dilakukan di lab Pengolahan Hasil Pertanian Institut Pertanian Bogor.

B. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Bahan untuk pembuatan unit mekanik meliputi besi siku 40x40x4 mm, besi plat 40x4, plywood 8 mm motor listrik DC putaran rendah, rantai dan roda gigi, mur dan baut telinga.

Bahan untuk pembuatan unit elektronik meliputi transformator, silikon bridge, transistor daya, kondensator, kapasitor, resistor, bermacam IC regulator tegangan, IC Linear dan TTL, rele, LDR, lampu 6 V, timah, kabel, PCB, larutan FeCl₃.

Bahan pengujian meliputi berbagai jenis cacat biji kering Coffea robusta dan sejumlah contoh biji kopi.

@Hak cipta milik IPB University

2. Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan unit mekanik meliputi perlengkapan las listrik, gergaji, bor, pelipat, mesin bubut kayu, alat pengencang.

Alat yang digunakan untuk merakit komponen elektronik meliputi solder listrik, bor mini, breadboard, multimeter Heles SF 20 D

C. TAHAP PENGUJIAN

1. Pengujian Penentuan Dimensi Biji

Pengujian ini bertujuan mencari ukuran panjang dan lebar biji kering Coffea robusta ukuran Besar dan Sedang. Dengan mengambil nilai rata-rata dan peluang biji terlewat $P (95 \%)$ pada panjang dan lebar biji; maka ukuran panjang dan lebar lubang biji pada piringan pengumpan dapat ditentukan.

2. Pengujian Penampilan Pengumpanan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara ukuran biji kopi, jumlah lubang, lebar bukaan dan RPM piringan saat pengumpanan. Ini akan mempengaruhi penampilan pada nilai Persentase biji masuk per putaran, Persentase ketepatan biji jatuh, Persentase biji jatuh ke saluran cacat, persentase biji jatuh ke samping, Persentase biji tersisa dan Persentase pengumpan



macet per putaran; sehingga akan ditunjukkan perlakuan yang optimum.

3. Pengujian Sistem Elektronik

Pengujian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara nilai resistansi setiap cacat warna biji kopi dengan sensor LDR, dalam kendala nilai reflektansi warna pantulan permukaan biji (gelap-terang). Nilai kepekaan (s =sensitivitas) sensor LDR dan nilai ketepatan (Prc =precision) sensor LDR dalam mendeteksi cacat warna biji, dapat dilihat dari perubahan nilai masukan (nilai reflektansi) pada perubahan nilai keluaran (resistansi). Ketelitian (Acc =Accuracy) sistem elektronik ditunjukkan melalui perlakuan resistansi ambang pemisahan terhadap pemisahan biji kopi kering dari cacat biji.

D. METODE PENGUJIAN

1. Pengujian Pengumpanan

Dari data waktu yang dibutuhkan, jumlah biji jatuh tepat, jumlah biji jatuh ke saluran cacat, jumlah biji jatuh ke samping, jumlah biji tersisa dan jumlah kemacetan yang terjadi untuk setiap perlakuan ukuran Biji Besar dan Sedang, jumlah Lubang piringan (L) 20/15/10 buah, besar Bukaannya (Bu) 8/10/12/14 mm serta RPM piringan 15/20/25/30/35, dapat dihitung nilai:



Persentase biji masuk per putaran (A) adalah

$$A = \frac{200}{(\bar{x}_{\text{waktu}})/60 \times R \times L} \times 100 \%$$

dimana: \bar{x}_{waktu} = rata-rata waktu

Persentase ketepatan biji jatuh (B),
 Persentase biji jatuh ke saluran cacat (C),
 Persentase biji jatuh ke samping (D) , Persentase
 biji tersisa (E) adalah

$$B/C/D/E = \frac{\bar{x}_{\text{data}}}{200} \times 100 \%$$

dimana: \bar{x}_{data} = rata-rata jumlah biji

Persentase pengumpan macet per putaran (F)
 adalah

$$F = (\bar{x}_{\text{data}})/(\bar{x}_{\text{waktu}}:60 \times R) \times 100 \%$$

Dari data penampilan pengumpanan A, B, C, D, E dan F, dengan metode analisa-variasi tipe Two way Clasification dengan satu observasi; berpengaruh atau tidaknya bukaan dan RPM piringan pada setiap perlakuan dapat dihitung dari persamaan Tabel 3.

Jumlah kuadrat total (SST) adalah =

$$= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c x_{ij}^2 - \frac{T^2}{rc}$$



Jumlah kuadrat baris (SSR) adalah =

$$= \frac{\sum_{j=1}^c T^2_{.j}}{r} - \frac{T^2_{..}}{rc}$$

Jumlah kuadrat kolom (SSC) adalah =

$$= \frac{\sum_{i=1}^r T^2_{i.}}{c} - \frac{T^2_{..}}{rc}$$

Jumlah kuadrat error (SSE) = SST - SSR - SSC

Tabel 3. Persamaan Analisa Variasi Two Way Classification (Walpole, 1982)

baris	SSR	r-1	$s_1^2 = \frac{SSR}{r-1}$	$f_1 = s_1^2 / s_3^2$
kolom	SSC	c-1	$s_2^2 = \frac{SSC}{c-1}$	$f_2 = s_2^2 / s_3^2$
Error	SSE	(r-1)(c-1)	$s_3^2 = \frac{SSE}{(r-1)(c-1)}$	
Total	SST	rc-1		

Dengan membandingkan bila f_1 hitung dengan f_1 tabel yaitu = $f_{\alpha} [r-1, (r-1)(c-1)]$; juga antara f_2 hitung dengan f_2 tabel yaitu = $f_{\alpha} [c-1, (r-1)(c-1)]$; akan menunjukkan perlakuan baris (bukaan) berpengaruh nyata bila f_1 hitung > f_1 tabel dan perlakuan kolom (RPM piringan) berpengaruh nyata bila f_2 hitung > f_2 tabel.

Pemilihan perlakuan dengan lubang biji (L), bukaan pengumpan (Bu) dan RPM piringan (RPM) optimum untuk pengumpanan biji kopi Besar dan Sedang, dihitung berdasarkan nilai total persen pengaruh dari nilai F terkecil sebagai prioritas.



nilai A terbesar, nilai B terbesar, nilai C terkecil, nilai D terkecil dan nilai E terkecil dari tiga perlakuan terpilih untuk setiap perlakuan ukuran biji dan jumlah lubang.

2. Pengujian Unit Elektronik

Nilai resistansi rata-rata setiap jenis cacat biji kering *Coffea robusta* dan biji sehat diukur dengan unit sensor LDR untuk 10 ulangan. Dari pendekatan tabel nilai reflektansi setiap jenis warna (Woodson dan Conover, 1964); hubungan nilai resistansi cacat biji kopi dan nilai reflektansi dapat dibuat grafik dan persamaan garisnya.

Nilai kepekaan (*sensitivitas*) yaitu besarnya perubahan nilai keluaran (*output*) terhadap nilai masukan (*input*), dapat dihitung dari pendekatan turunan persamaan garis yang mempunyai nilai korelasi (*r*) terbesar atau dengan hubungan tererat. Nilai kepekaan didapat dari persamaan:

$$\text{Kepekaan (s)} = \frac{dy}{dx} \frac{\text{satuan keluaran}}{\text{satuan masukan}} \quad (\text{kOhm/persen})$$

Hubungan nilai dan keeratan antara sensor LDR kiri dan kanan untuk setiap jenis cacat yang sama ditunjukkan dari persamaan regresi:

$$y = a + bx$$

$$r = \text{nilai korelasi}$$



Nilai ketepatan (preccission) yaitu kemampuan sensor untuk menunjukkan kembali hasil pengukuran secara serba sama dari 5-ulangan untuk jenis cacat yang sama ditunjukkan dengan persamaan:

$$\text{Ketepatan (Prc)} = \frac{[\text{deviasi maksimum}]}{\text{harga ukur rata-rata}} \times 100 \%$$

Nilai ketelitian (accuracy) unit elektronik berguna untuk mencari sampai dimana kelemahan / cacat instrumen, ditunjukkan dengan menghitung setiap jumlah cacat yang lolos dari 20 biji kopi untuk tiga nilai resistansi potensiometer ambang dengan 10 ulangan setiap pengaturan. Nilai ketelitian ditunjukkan oleh persamaan:

$$\text{ketelitian (Acc)} = \frac{\text{deviasi ukur}}{\text{angka ukur}} \times 100 \%$$



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. SISTEM PENGUMPANAN DENGAN PIRINGAN TEGAK

1. Faktor Yang Mempengaruhi Penampilan Pengumpanan

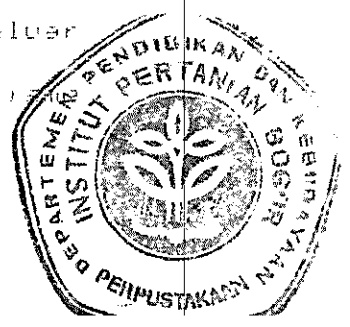
Sistem pengumpanan dengan piringan tegak memerlukan ketepatan pengisian biji pada setiap lubang biji; ini dipengaruhi faktor ukuran biji dan keseragaman bentuk; dengan ukuran *robusta* Biji besar = 7.5 mm dan sedang 6.5-7.5 mm. Dari pengamatan dimensi ukuran panjang dan lebar terlihat variasi lebih besar pada Biji besar dengan rata-rata panjang 10.68 mm, lebar 8.24 mm dan peluang 95 % biji terlewati pada panjang 12.5 mm dan lebar 9 mm. Untuk biji sedang rata-rata panjang 9.24 mm, lebar 7.28 mm dan peluang 95 % biji terlewati pada panjang 10.5 mm dan lebar 8 mm.

Kapasitas pengumpanan ditentukan oleh faktor jumlah lubang piringan (L) dan kecepatan putar piringan (RPM). Dari perlakuan nilai L 10/15/20 buah dan RPM 15/20/25/30 dan 35; dapat ditentukan kapasitas teoritis pengumpanan Tabel 4.

Bukaan pada penampung berpengaruh pada jumlah biji yang jatuh ke piringan. Semakin besar bukaan akan semakin banyak biji jatuh yang mempengaruhi kemacetan piringan. Untuk memperlancar keluar biji, pada keluaran 20x10 mm dilengkapi mekanis

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumpankan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



penggetar bersumber pada piringan pengumpan, sehingga dipengaruhi putaran piringan.

Tabel 4. Kapasitas Teoritis Pengumpanan Biji

Jumlah Lubang	RPM Piringan				
	15	20	25	30	35
10	300	400	500	600	700
15	450	600	750	900	1050
20	600	800	1000	1200	1400

2. Pengamatan Penampilan Pengumpanan

Kombinasi tingkat perlakuan pengujian pada ukuran Biji besar dan sedang; jumlah lubang (L) 10/15/20 buah; bukaan (BU) 8/10/12/14 mm dan putaran (RPM) 15/20/25/30/35. Hasil pengamatan rata-rata waktu dibutuhkan (x_{waktu}), jumlah lubang (L) dan putaran piringan (RPM) didapat nilai persentase biji masuk per putaran (A). Hasil perhitungan menunjukkan nilai A terkecil untuk Biji besar pada lubang 20 adalah 19.54 % (bukaan 8 mm, RPM 35), nilai terbesar 47.92 % (bukaan 14 mm RPM 15). Untuk lubang 15, nilai terkecil adalah 24.97 % (bukaan 8 mm, RPM 35), nilai terbesar 53.26 % (bukaan 12 mm, RPM 15). Untuk lubang 10, nilai terkecil adalah 51.33 % (bukaan 8 mm, RPM 35), nilai terbesar 88.24 % (bukaan 12 mm, RPM 25). Untuk Biji sedang pada lubang 20 nilai A terkecil adalah 22.22 % (bukaan 8 mm, RPM 25), nilai terbesar 57.42 % (bukaan 14 mm, RPM 15).



Untuk lubang 15 nilai terkecil adalah 29.63 % (bukaan 8 mm, RPM 15), nilai terbesar 57.31 % (bukaan 14 mm, RPM 20). Untuk lubang 10 nilai terkecil 37.42 % (bukaan 8 mm, RPM 35), nilai terbesar 76.19 % (bukaan 14 mm, RPM 25).

Hasil pengamatan diatas menunjukkan nilai A terkecil ditunjukkan pada perlakuan bukaan 8 mm dan RPM 35; ini berarti pada bukaan kecil dimana sedikit biji jatuh tetapi dengan putaran piringan cepat menyebabkan peluang biji jatuh terisi ke semua lubang biji kecil. Sedang nilai A terbesar ditunjukkan pada bukaan besar dimana banyak biji jatuh dan putaran kecil yang menyebabkan peluang biji terisi lebih besar.

Dari pengamatan jumlah biji jatuh tepat ke sensor, jatuh ke saluran cacat, jatuh kesamping dan biji tersisa dipenampung tanpa penekanan, dihubungkan dengan jumlah biji diumpankan ke piringan; dapat ditentukan nilai persentase ketepatan biji jatuh (B), persentase biji jatuh ke saluran cacat (C), persentase biji jatuh ke samping (D) dan persentase biji tersisa (E).

Hasil perhitungan pada Biji 1 besar dengan lubang 20 menunjukkan nilai terkecil B adalah 82.83 % (bukaan 12 mm, RPM 35), nilai terbesar 94.83 % (bukaan 8 mm, RPM 35); nilai C terkecil adalah 1.5 % (bukaan 8 mm, RPM 35), nilai terbesar



Lampiran 3. (lanjutan)

$$EI \frac{dy}{dx} = 4.33(x)^2 - (x-10.75)^2 - 4.25(x-20.25)^2 - 4.25(x-25.25)^2 + 5.17(x-39.5)^2 + C_1$$

$$EI y = 1.44(x)^3 - 0.33(x-10.75)^3 - 1.42(x-20.25)^3 - 1.42(x-25.25)^3 + 1.7(x-39.5)^3 + C_1(x) + C_2$$

$$\text{slope} = 0 \text{ pada } x = 39.5, \text{ maka } C_1 = 3532$$

$$C_2 = 72457.74$$

$$\text{Pada } x=0 \quad y = \frac{72457.74 \times 10^{-6}}{EI}$$

$$= 5.6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$= 0.056 \text{ mm}$$

$$E = 200 \text{ GN/m}^2$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} =$$

$$= 6.46 \times 10^{-9} \text{ m}^4$$

7.33 % (bukaan 14 mm, RPM 15); nilai terkecil D adalah 0.83 % (bukaan 14 mm, RPM 20), nilai terbesar 3.17 % (bukaan 8 mm, RPM 20); nilai terkecil E adalah 1.5 % (bukaan 8 mm, RPM 25), nilai terbesar 3.33 % (bukaan 8 mm, RPM 30).

Untuk lubang 15, nilai terkecil B adalah 85.5 % (bukaan 12 mm, RPM 30), nilai terbesar 92.67 % (bukaan 10 mm, RPM 30); nilai terkecil C adalah 2.33 % (bukaan 10 & 12 mm, RPM 35), nilai terbesar 6.17 % (bukaan 8 mm, RPM 20); nilai terkecil D adalah 1 % (bukaan 8 mm, RPM 15 & 35), nilai terbesar 5.67 % (bukaan 14 mm, RPM 25); nilai terkecil E adalah 2.33 % (bukaan 10 mm, RPM 20), nilai terbesar 7.5 % (bukaan 12 mm, RPM 30).

Untuk lubang 10, nilai terkecil B adalah 89.5 % (bukaan 10 mm, RPM 15), nilai terbesar 93.83 % (bukaan 8 mm, RPM 15); nilai terkecil C adalah 2.17 % (bukaan 8 mm, RPM 15), nilai terbesar 5.67 % (bukaan 14 mm, RPM 20); nilai terkecil D adalah 0.67 % (bukaan 14 mm, RPM 25), nilai terbesar 4.83 % (bukaan 8 mm, RPM 20); nilai terkecil E adalah 0.67 % (bukaan 8 mm, RPM 15), nilai terbesar 4.17 % (bukaan 10 mm, RPM 25 & 35).

Untuk Biji sedang pada lubang 20, nilai terkecil B adalah 80.26 % (bukaan 12 mm, RPM 15), nilai terbesar 88.17 % (bukaan 8 mm, RPM 25);



nilai terkecil C adalah 3.0 % (bukaan 8 mm, RPM 35), nilai terbesar 9.33 % (bukaan 8 mm, RPM 15); nilai terkecil D adalah 3.0 % (bukaan 8 mm, RPM 15), nilai terbesar 10.17 % (bukaan 12 mm, RPM 15), nilai terkecil E adalah 1.33 % (bukaan 10 mm, RPM 20), nilai terbesar 6.17 % (bukaan 14 mm, RPM 35).

Untuk lubang 15, nilai terkecil B adalah 75 % (bukaan 14 mm, RPM 15), nilai terbesar 87 % (bukaan 12 mm, RPM 20); nilai terkecil C adalah 3.83 % (bukaan 8 & 10 mm, RPM 35), nilai terbesar 8.83 % (bukaan 14 mm, RPM 20); nilai terkecil D adalah 4.33 % (bukaan 8 mm, RPM 35), nilai terbesar 10 % (bukaan 12 mm, RPM 15); nilai terkecil E adalah 3 % (bukaan 8 & 12 mm, RPM 20), nilai terbesar 9,67 % (bukaan 14 mm, RPM 15).

Untuk lubang 10, nilai terkecil B adalah 76 % (bukaan 14, RPM 15), nilai terbesar 86.83 % (bukaan 8 mm, RPM 35); nilai terkecil C adalah 3.33 % (bukaan 10 mm, RPM 35), nilai terbesar 8.83 % (bukaan 10 mm, RPM 15); nilai terkecil D adalah 3.17 % (bukaan 8 mm, RPM 35), nilai terbesar 12.15 % (bukaan 14 mm, RPM 15); nilai terkecil E adalah 3.83 % (bukaan 14 mm, RPM 15), nilai terbesar 11.67 % (bukaan 14 mm, RPM 35).

Dari pengamatan diatas menunjukkan bahwa persentase biji jatuh ke saluran cacat (C)



mempunyai nilai terkecil pada bukaan kecil dengan RPM besar, sedang nilai terbesar pada bukaan besar dengan RPM rendah. Ini menunjukkan pula adanya pengaruh bukaan dan RPM piringan pada nilai C tersebut; dimana semakin sedikit biji jatuh ke saluran cacat semakin baik apabila bukaan pengumpan kecil dengan putaran piringan cepat, demikian pula sebaliknya. Untuk nilai terkecil dan terbesar B, D dan E kurang menunjukkan suatu pengaruh bukaan dan RPM piringan jika dilihat dari pola letak nilai tersebut pada setiap perlakuan.

Pengamatan jumlah kemacetan yang terjadi dan jumlah putaran yang telah dilalui piringan pengumpan selama pengujian, didapat nilai persentase pengumpan macet per putaran (F). Dari perhitungan ukuran Biji besar lubang 20 menunjukkan nilai terkecil F adalah 0.0 % (bukaan 12 mm, RPM 20), nilai terbesar 12.15 % (bukaan 14 mm, RPM 30). Untuk lubang 15, nilai terkecil F adalah 4.12 % (bukaan 8 mm, RPM 20), nilai terbesar 36.7 % (bukaan 14 mm, RPM 20). Untuk lubang 10, nilai terkecil F adalah 0.0 % (bukaan 8 mm, RPM 20), nilai terbesar 31.13 % (bukaan 14 mm, RPM 35). Untuk Biji sedang pada lubang 20, nilai terkecil F adalah 0.0 % (bukaan 12 & 14 mm, RPM 20), nilai terbesar 11.49 % (bukaan 14 mm, RPM 30). Untuk lubang 15, nilai terkecil F adalah



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

2.53 % (bukaan 14 mm, RPM25), nilai terbesar 25.02 % (bukaan 14 mm, RPM 25). Untuk lubang 10, nilai terkecil F adalah 0.0 % (bukaan 8 mm, RPM 20 atau bukaan 10 mm, RPM 25), nilai terbesar 25.4 % (bukaan 14 mm, RPM 25).

Hasil diatas menunjukkan pada RPM 20 dan bukaan 8 mm akan didapat nilai F yang kecil, ini disebabkan kombinasi jumlah biji yang jatuh ke piringan seimbang dengan biji yang dipindahkan piringan ke dudukan sensor, sehingga tidak menyebabkan kemacetan. Nilai F akan besar atau sering macet pada bukaan besar 14 mm, dimana terlalu banyak biji yang jatuh ke piringan; ini akan mempengaruhi penampilan unit pengumpanan biji. Karena kritisnya kendala ini, maka dalam menentukan pilihan perlakuan optimum, menjadi prioritas utama.

Keseluruhan nilai-nilai persentase A, B, C, D, E dan F untuk setiap perlakuan terdapat pada Lampiran 6.

3. Berbagai Pengaruh Performansi Pengumpanan

Dengan menggunakan hasil perhitungan Analisa-Variasi pada perlakuan ukuran Biji Besar dan Sedang, jumlah lubang (L) 20/15/10 buah; bukaan (Bu) 8/10/12/14 mm, putaran piringan (RPM) 15/20/25/30/35 terhadap nilai A, B, C, D, E dan F; dapat ditentukan ada tidaknya pengaruh perlakuan.



Contoh analisa-variasi untuk perlakuan Biji besar, lubang piringan (L) 20 terhadap nilai A :

Tabel 5. Pengaruh Bukaannya dan RPM Firingan pada Nilai A

Bukaan	RPM Firingan					Total	Rata rata
	15	20	25	30	35		
8	32.68	24.50	20.91	21.87	19.54	119.50	23.90
10	35.67	26.53	21.87	27.91	21.59	133.57	26.71
12	43.99	39.13	43.22	40.27	36.84	203.45	40.69
14	47.92	43.35	46.81	36.45	34.52	209.05	41.81
Total	160.26	133.51	132.81	126.50	112.49	665.57	-
Rata-rata	40.07	33.38	33.20	31.63	28.12	-	33.28

Jumlah kuadrat total (SST)=

$$32.68^2 + 24.5^2 + \dots + 34.52^2 - (665.57^2)/20 = 1716.04$$

Jumlah kuadrat rata-rata baris (SSR)=

$$(119.5^2 + 133.57^2 + 203.45^2 + 209.05^2)/5 - (665.57^2)/20 = 1293.83$$

Jumlah kuadrat rata-rata kolom (SSC)=

$$(160.26^2 + \dots + 126.5^2 + 112.49^2)/4 - (665.57^2)/20 = 301.56$$

Error jumlah kuadrat (SSE)=

$$= 1716.04 - (1293.83 + 301.56) = 120.65$$

Dengan derajat bebas baris = 4-1 = 3; dan derajat

bebas kolom = 5-1 = 4 serta derajat bebas error =

4x3 = 12; maka Nilai rata-rata kuadrat baris

(s_1^2) dan kolom (s_2^2) serta error (s_3^2)

adalah:

$$s_1^2 = (1293)/3 = 431.28 \quad s_2^2 = (301.56)/4 = 75.36$$

$$s_3^2 = (120.65)/12 = 10.05$$

Nilai f_{hitung} rata-rata baris (f_1) dan rata-rata kolom (f_2) adalah

$$f_1 \text{ hitung} = (431.28)/10.05 = 42.90$$

$$f_2 \text{ hitung} = (75.36)/10.05 = 7.50$$

Dengan menghubungkan f_{hitung} dengan f_{tabel} pada Distribusi F, dengan nilai kepercayaan $\alpha = 0.05$ didapat:

$$f_{1 \text{ tabel}} = f_{\alpha} [r-1, (r-1)(c-1)] = f_{0.05} (3, 12) = 3.49$$

$$f_{2 \text{ tabel}} = f_{\alpha} [c-1, (r-1)(c-1)] = f_{0.05} (4, 12) = 3.26$$

Dengan membandingkan $f_{1 \text{ hitung}}$ 42.9 yang lebih besar dari $f_{1 \text{ tabel}}$ 3.49, maka disimpulkan bukaan berpengaruh nyata pada nilai A. Sedang $f_{2 \text{ hitung}}$ 7.50 yang lebih besar dari $f_{2 \text{ tabel}}$ 3.26, maka disimpulkan RPM piringan berpengaruh nyata pada nilai A.

Perhitungan keseluruhan perlakuan dengan memasukkan nilai SST, SSR, SSC, SSE, s_1^2 , s_2^2 , s_3^2 , $f_{1 \text{ hitung}}$, $f_{2 \text{ tabel}}$ terdapat pada lampiran 7.

Pada Lampiran 7 ditunjukkan bahwa mayoritas bukaan dan RPM piringan berpengaruh nyata pada nilai A. Bukaan dan RPM piringan mayoritas tidak berpengaruh nyata pada nilai B, D dan E, tetapi RPM piringan berpengaruh pada nilai C. Bukaan berpengaruh nyata pada nilai F, sedang RPM piringan tidak menunjukkan pengaruh nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan-perlakuan bukaan



dan RPM piringan pada ukuran Biji besar dan sedang, dengan lubang piringan 20/15/10 mempunyai pengaruh pada persentase biji masuk per putaran (A), persentase biji jatuh ke saluran cacat (C) dan persentase pengumpan macet per putaran (F). Perlakuan diatas tidak mempunyai pengaruh pada persentase ketepatan biji jatuh (B), persentase biji jatuh ke samping (D) dan persentase biji tersisa (E).

4. Pemilihan Perlakuan Pengumpanan Optimum

Nilai persentase biji masuk per putaran (A), persentase biji jatuh ke saluran cacat (C) dan persentase pengumpan macet per putaran (F) pada ukuran Biji besar dan sedang untuk lubang piringan 20/15/10; berguna untuk menentukan nilai total persentase (NTP) setiap perlakuan (Lampiran 8^o). Nilai total persentase ini ditentukan berdasar prioritas nilai F terkecil, nilai A terbesar dan nilai C terkecil; dimana nilai total persentase terbesar merupakan pilihan optimum, dari persamaan

$$NTP = 200 + A - F - C \quad (\text{persen})$$

Tiga nilai terkecil F untuk Biji besar terdapat pada perlakuan lubang biji 20, bukaan 12 mm, RPM 20; lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 20; lubang biji 20, bukaan 8 mm, RPM 25. Tiga nilai terbesar A terdapat pada perlakuan lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 20; lubang biji 10, bukaan



10 RPM 30; lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 25. Tiga nilai terkecil C terdapat pada perlakuan lubang biji 10, bukaan 8, RPM 20; lubang biji 20, bukaan 12 mm, RPM 20; lubang biji 10, bukaan 10 mm, RPM 30.

Tiga nilai terkecil F untuk Biji sedang terdapat pada perlakuan lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 20; lubang biji 10, bukaan 10 mm, RPM 25; lubang biji 20, bukaan 14, RPM 20; juga lubang biji 20, bukaan 12 mm, RPM 20 dan lubang biji 20, bukaan 8 mm, RPM 30. Tiga nilai terbesar A terdapat pada perlakuan lubang biji 20, bukaan 14 mm, RPM 20; lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 20; lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 25. Tiga nilai terkecil C terdapat pada perlakuan lubang biji 15, bukaan 14, RPM 30; lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 20; lubang biji 15, bukaan 8 mm, RPM 25.

Perlakuan optimum terdapat pada nilai total persentase terbesar, dimana untuk ukuran Biji besar terdapat pada perlakuan lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 20 (NTP=256.94 %); lubang biji 10, bukaan 10 mm, RPM 30 (NTP=254.34 %); lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 25 (NTP=249.20 %). Untuk Biji sedang terdapat pada perlakuan lubang biji 10, bukaan 8 mm, RPM 20 (NTP=251.23 %); lubang biji 20, bukaan 14 mm, RPM 20 (NTP=249.97%); lubang biji 10, bukaan 10 mm, RPM 25 (NTP=245.03%).



Kapasitas pengumpanan untuk setiap perlakuan terpilih pada ukuran Biji sedang dan besar diatas adalah:

Tabel 6. Nilai Kapasitas Pengumpanan Pada Dua Piringan Pengumpan

Biji	Perlakuan L -Bu- R	Nilai A (%)	Kapasitas teoritis (bj/mnt)	Kap. pengumpanan	
				(bj/mnt)	(kg/jam)
Bsr	10 08 20	60.44	400	241.76	3.71
	10 10 30	60.18	600	361.08	5.54
	10 08 30	56.07	500	280.35	4.30
Sdg	10 08 20	55.90	400	223.60	2.40
	20 14 20	55.97	600	447.76	4.81
	10 10 25	50.03	500	250.15	2.70

Keterangan:

Jumlah biji ukuran besar = 3913 keping/kg

Jumlah biji ukuran sedang = 5580 keping/kg

Dengan sistem pengumpanan piringan tegak ini, terdapat beberapa kendala kritis yang mempengaruhi penampilan pengumpanan; yaitu pada pengumpanan biji secara tunggal/satu-persatu dengan jumlah biji per berat cukup besar akan mengakibatkan kapasitas pengumpanan yang kecil (2.40 kg/jam sampai 5.54 kg/jam). Kendala kritis secara teknis adalah adanya kemacetan selama pengumpanan, baik terjadi karena terlalu banyaknya biji jatuh ke piringan, atau tidak tepatnya biji jatuh ke lubang biji.



Tidak tepatnya biji jatuh ke dudukan sensor LDR akan mempengaruhi nilai resistansi setiap jenis cacat biji; ini akan mempengaruhi ketelitian alat. Ketelitian dan kecermatan selama pembuatan ukuran piringan pengumpan, jarak piringan dan tutup serta bentuk lubang biji akan mempengaruhi penampilan pengumpanan.

5. Kebutuhan Tenaga Penggerak Pengumpanan

Gaya yang bekerja :

a. Beban kopi jatuh ke piringan=

$$F = 0.1 \times m \times g = 0.1 \times 5 \times 9.81 = 4.905 \text{ N}$$

b. Gaya gesek biji kopi ke piringan =

$$f_{pir} = \mu N^* = 0.435 \times 4.905 = 2.134 \text{ N}$$

c. Gaya gesek kopi dan tutup piringan =

$$f_{ttp} = 2 \times \mu \times N^* = 2 \times 0.366 \times 2074000 = 5.97 \text{ N}$$

$$= 0.036 \text{ N}$$

Gaya total (F_t) = 7.075 N

Torsi untuk menggerakkan piringan=

$$T = 2 \times 600 \times \pi^2 (0.095)^4 (0.016) (1) = 0.015 \text{ Nm}$$

Torsi untuk menggerakkan sproket penjepit=

$$T = 4 \times 7860 \times \pi^2 (0.0487)^4 (0.01) (1) = 0.0174 \text{ Nm}$$

Torsi total (T) = 0.0324 Nm

Kebutuhan tenaga menggerakkan piringan=

$$P = 7.075 \times 0.597 + 0.0324 \times 2 \times \pi = 4.43 \text{ Watt}$$

Kehilangan tenaga:

a. Pada bearing = $0.0002 (2 \times \pi \times \text{RPM}) / 60 = 0.001$

Watt, dimana;

$$\text{- gaya radial} = F_2/F_1 = e^{\mu\theta}$$

$$7.075/F_1 = e^{0.2 \times (173/360)} \approx 1.1$$

$$F_1 = 7.075/1.1 = 6.43 \text{ N}$$

$$\text{- momen torsi} = (7.075 + 6.43) \times 0.0015 \times (0.019)/2 = 0.0002 \text{ Nm}$$

b. Saat pemindahan tenaga=

$$SF_1 = 1.3 \text{ (terhadap beban: tumbukan sedang / variasi beban sedang dengan motor listrik)}$$

$$SF_2 = 1.1 \text{ (terhadap kondisi lingkungan)}$$

$$P \text{ total} = P \times SF_1 \times SF_2 = 4.43 \times 1.3 \times 1.1 = 6.335 \text{ Watt}$$

Tenaga total yang dibutuhkan unit pengumpanan

$$= 2 (P \text{ total}) + 0.001 = 12.671 \text{ Watt}$$

Hasil perhitungan analisa pemindahan tenaga dengan rantai meliputi roda gigi poros motor 18 buah, poros piringan 12 buah, rantai nomor 40 dengan pitch 12.7 mm, jarak antar poros $C = 195 \text{ mm}$ (15.354 mata rantai), putaran piringan pengumpan 20 RPM, adalah:

$$\text{Rasio kecepatan } i = 12/18 = 0.667$$

$$\text{Kecepatan } v = 8.1 \text{ mm/detik}$$

$$\text{Diameter nominal } D_t \text{ gigi motor} = 73.14 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter nominal } D_t \text{ gigi piringan} = 49 \text{ mm}$$

$$\text{Tenaga dipindahkan } (P) = 12.671 \text{ Watt}$$

$$\text{Panjang rantai } (L) = 45.77 \text{ mata rantai} = 581.25 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi jarak antar poros } (C) &= 15.47 \text{ mata rantai} \\ &= 196.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

B. SISTEM ELEKTRONIK ALAT SORTASI BIJI KERING Coffea robusta

1. Sistem Kerja Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik alat sortasi biji kering Coffea robusta ini berfungsi berdasarkan penguatan selisih tegangan yang dihasilkan pembagi tegangan akibat perubahan nilai resistansi sensor LDR berdasarkan perubahan nilai reflektansi (pemantulan) cacat warna biji kopi, dengan tegangan referensi akibat perubahan nilai resistansi potensiometer ambang. Hasil penguatan melalui pembanding-pembalik dibandingkan dengan tegangan dari resistor variabel ambang untuk menentukan keluaran yang terpilih. Hasil keluaran kemudian ditunda beberapa waktu dengan rangkaian pemacu Schmitt, multivibrator monostabil dan perunda waktu RC. Keluaran akan mengaktifkan saklar transistor dan rele yang akan menghidup-matikan solenoid penembak.

Pendeteksian perubahan nilai reflektansi warna biji kopi secara cermat dan ketelitian pembuatan kedudukan sensor LDR merupakan kendala yang berpengaruh pada nilai resistansi ambang serta selang perubahan nilai resistansi LDR saat pendeteksian. Perubahan nilai reflektansi menyebabkan perubahan intensitas cahaya jatuh



keempat buah LDR susunan seri, akan merubah nilai total resistansi LDR. Dengan pembagi tegangan pada sumber + 12 V dan nilai $R = 10 \text{ k}\Omega$, serta perubahan resistansi LDR $3.0 \text{ k}\Omega$ sampai $4.5 \text{ k}\Omega$, akan memberikan tegangan $2.77 - 3.72 \text{ V}$. Waktu pendeteksian yang cepat 0.054 detik hanya akan menunjukkan perubahan sangat kecil baik pada nilai resistansi LDR maupun perubahan tegangan, sehingga memerlukan penguatan yang cukup besar.

$$s = v_0 \times t^* + \frac{1}{2} \times g \times (t^*)^2$$

$$0.025 = 0.199 t^* + 4.9 (t^*)^2$$

$$t^* = (-0.199 + 0.7277)/9.81 = 0.054 \text{ detik}$$

dimana: s = jarak piringan pengumpan ke sensor
 $= 0.025 \text{ m}$
 v_0 = kecepatan awal jatuh, rpm piringan 20,
 $r = 0.095 \text{ m}$
 $= 0.199 \text{ m/detik}$
 g = gravitasi bumi = 9.81 m/detik^2

Untuk memberikan penguatan yang besar pada perubahan nilai tegangan yang sangat kecil, penguatan selisih dipakai untuk memberikan tegangan referensi (ambang) pada masukan membalik dan perubahan tegangan sensor pada masukan tak membalik. Selisih antara kedua masukan dikuatkan 10000 kali dengan menggunakan nilai R_1 $100 \text{ }\Omega$ dan R_2 $1 \text{ M}\Omega$ pada rangkaian IC op-amp LM 741 CN. Untuk mencapai tegangan referensi mendekati tegangan pendeteksian, digunakan gabungan variabel resistor $10 \text{ k}\Omega$ dan potensiometer $1 \text{ k}\Omega$ dalam

susunan seri. Kondisi jenuh negatif keluaran pada kondisi 0 V dibentuk dengan memberikan dioda pembatas 1N4148 pada keluaran penguatan; sehingga tak berada pada kondisi jenuh - 12 V.

Rangkaian pembanding (komparator) dengan tegangan masukan dari penguatan selisih pada masukan pembalik (-) dan tegangan referensi pada masukan tak membalik (+) IC 741 CN. Rangkaian ini berfungsi memberi batas bawah tegangan keluaran terpilih dan membalik kondisi keluaran pembanding. Tegangan referensi dari rangkaian pembagi tegangan R 10 kOhm, dan variabel resistor 10 kOhm pada sumber tegangan 5 V; memberikan batas ambang 2 V dengan mengatur VR 2.0 kOhm. Batas jenuh negatif keluaran pada kondisi 0 V dicapai dengan memberi dioda 1N4148 pada bagian keluaran.

Gabungan rangkaian pemacu Schmitt (IC SN 7414 N), multivibrator monostabil (IC 555) dan rangkaian penunda RC memberikan waktu penundaan untuk jarak antara kedudukan sensor LDR dan kedudukan solenoid penembak 0.025 m. Dengan kecepatan awal biji jatuh 0.199 m/detik akan membutuhkan waktu:

$$s = v_0 \times t^* + 1/2 a \times (t^*)^2$$

$$0.025 = 0.199 \times t^* + 4.9 t^{*2}$$

$$t = (-0.199 + 1)/9.81$$

$$= 0.054 \text{ detik}$$



Bentuk pulsa selama penundaan seperti Gambar 19, dan dengan selang waktu aktif solenoid 0.05 detik; maka waktu dalam rangkaian multivibrator sebesar 0.104 detik yang membutuhkan nilai resistansi VR 201 kOhm pada kapasitor 0.47 μ F.

$$T^* = 1.1 R \times C$$

$$0.104 = 1.1 \times R \times 0.47$$

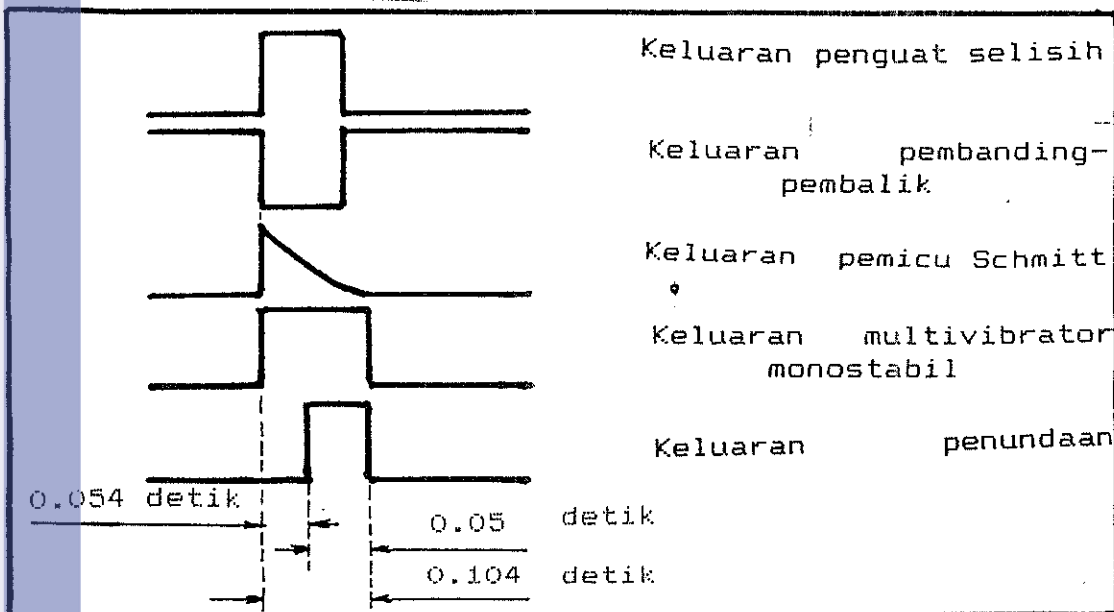
$$R = 0.201 \text{ MOhm} = 201 \text{ kOhm}$$

Dengan waktu tunda 0.054 detik membutuhkan nilai resistansi VR 1.7 kOhm dengan nilai kapasitor 0.47 μ F.

$$T^* = 0.694 \times R \times C$$

$$0.054 = 0.694 \times R \times 0.47$$

$$R = 1.7 \text{ kOhm}$$



Gambar 19, Bentuk pulsa selama penundaan waktu

2. Kepekaan Sensor

Data nilai resistansi LDR terhadap setiap jenis cacat Biji besar dan sedang baik pada sensor LDR kiri maupun kanan pada Lampiran 10, jika dihubungkan dengan nilai reflektansi asumsi untuk setiap jenis cacat biji pada Lampiran 12, akan membentuk grafik hubungan yang tak linear. Dengan melihat nilai keeratan (korelasi) dari pendekatan persamaan garis baik linear, linear-logaritmik, kuadrat-logaritmik dan kubik-logaritmik untuk setiap Biji besar dan sedang pada sensor LDR kiri dan kanan, menunjukkan bahwa persamaan regresi kubik-log mempunyai nilai keeratan terbesar, yang paling mendekati data pengukuran. Persamaan regresi kubik-log untuk setiap nilai reflektansi biji (X) dan nilai resistansi LDR (Y) adalah:

Biji sedang-LDR kiri : $\log Y = 0.545 - 0.03 \log X$

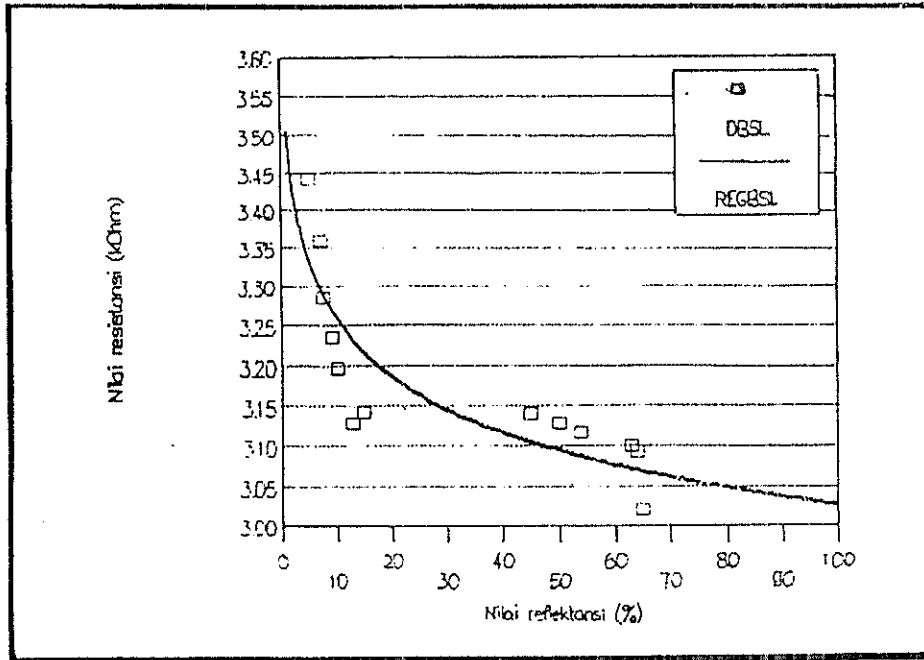
Biji besar -LDR kiri : $\log Y = 0.596 - 0.041 \log X$

Biji sedang-LDR kanan : $\log Y = 0.605 - 0.022 \log X$

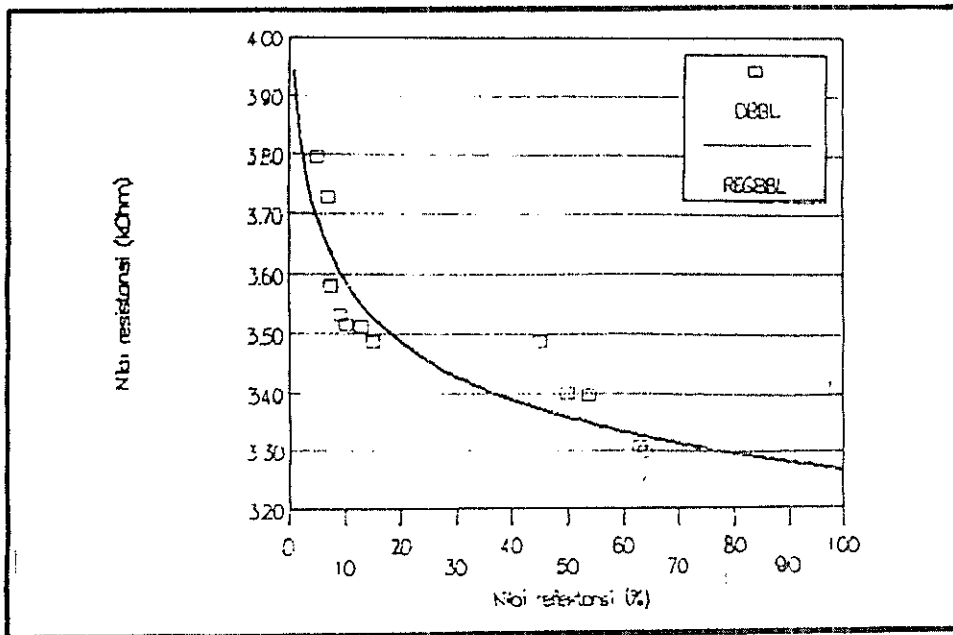
Biji besar -LDR kanan : $\log Y = 0.647 - 0.039 \log X$

Nilai korelasi (r) persamaan diatas berturut-turut adalah 0.864, 0.904, 0.856 dan 0.893.

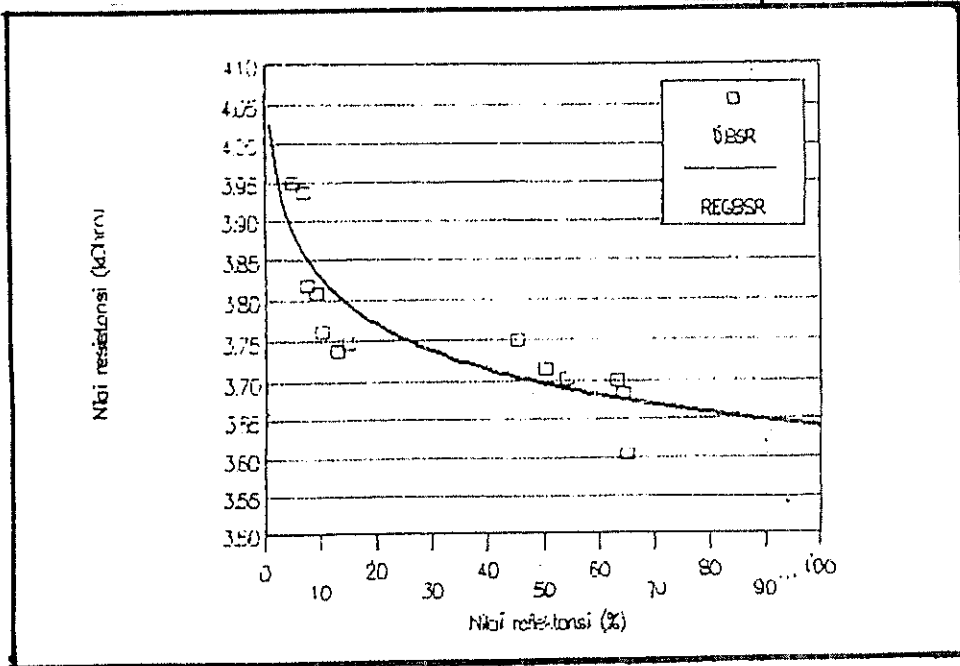
Gambar grafik hubungan nilai reflektansi permukaan biji kopi (%) dan nilai resistansi LDR (kOhm) ditunjukkan dalam Gambar 20, 21, 22 dan 23.



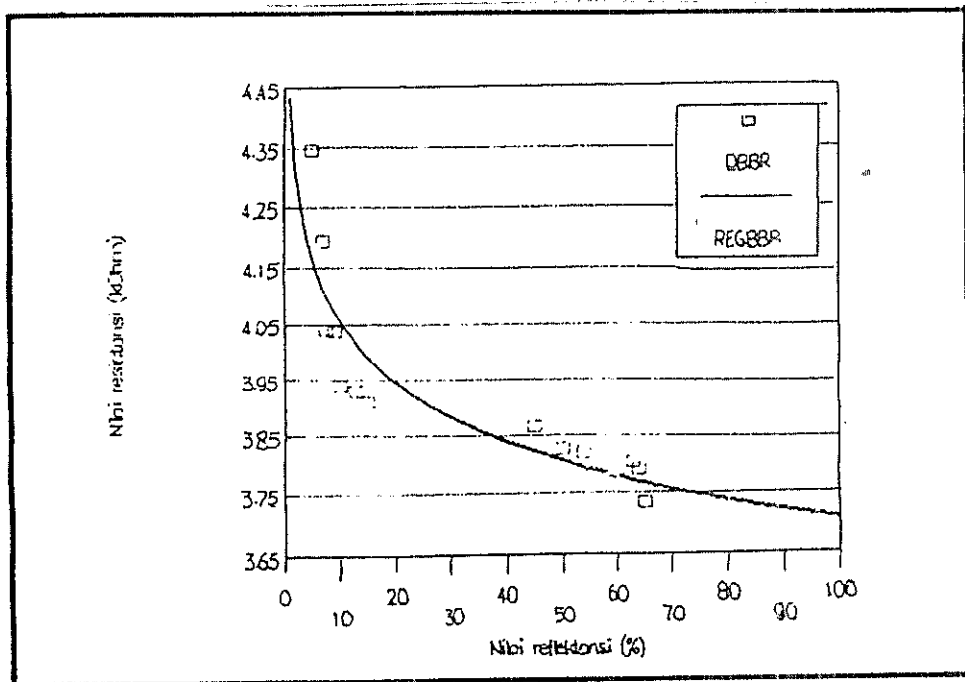
Gambar 20. Hubungan nilai reflektansi biji kopi ukuran Sedang (%) dan nilai resistansi sensor LDR kiri (kOhm)



Gambar 21. Hubungan nilai reflektansi biji kopi ukuran Besar (%) dan nilai resistansi sensor LDR kiri (kOhm)



Gambar 22. Hubungan nilai reflektansi biji kopi ukuran Sedang (%) dan nilai resistansi sensor LDR kanan (kOhm)



Gambar 23. Hubungan nilai reflektansi biji kopi ukuran Besar (%) dan nilai resistansi LDR Kanan (kOhm)

Grafik diatas menunjukkan nilai resistansi sensor LDR akan turun dengan naiknya nilai reflektansi permukaan biji kopi pada sumber cahaya tertentu, yang berarti semakin besar jumlah intensitas cahaya diterima LDR. Grafik tersebut juga menunjukkan ketidaklinearan, yang mana terlihat kemiringan yang curam dengan perubahan nilai resistansi yang besar pada nilai reflektansi 0 % sampai 20 %. Kemiringan grafik terlihat landai, dengan perubahan nilai resistansi yang kecil pada nilai reflektansi 40 % sampai 100 %. Grafik ini mempunyai kesamaan dengan grafik perubahan nilai resistansi LDR.

Nilai kepekaan sensor LDR merupakan turunan pertama persamaan garis grafik hubungan nilai resistansi LDR dan nilai reflektansi biji kopi.

Nilai kepekaan sensor LDR (s) ini tidak tetap, tergantung pada nilai reflektansi biji kopi, yaitu:

$$\log Y = a - b \log X = a + \log X^{-b}$$

$$s = dY/dX = - 10^a(b)(X^{-b-1})$$

dimana: Y = nilai resistansi LDR (kOhm)

a = konstanta

b = koefisien nilai reflektansi

X = nilai reflektansi (persen)

Y = nilai kepekaan (kOhm/persen)

Nilai kepekaan sensor LDR Kiri dan Kanan untuk ukuran Biji besar dan sedang adalah:



Biji sedang-LDR kiri : $s = -0.1122 X^{-1.032}$ (kOhm/%)

Biji besar -LDR kiri : $s = -0.1617 X^{-1.041}$ (kOhm/%)

Biji sedang-LDR kanan : $s = -0.0886 X^{-1.022}$ (kOhm/%)

Biji besar -LDR kanan : $s = -0.1730 X^{-1.039}$ (kOhm/%)

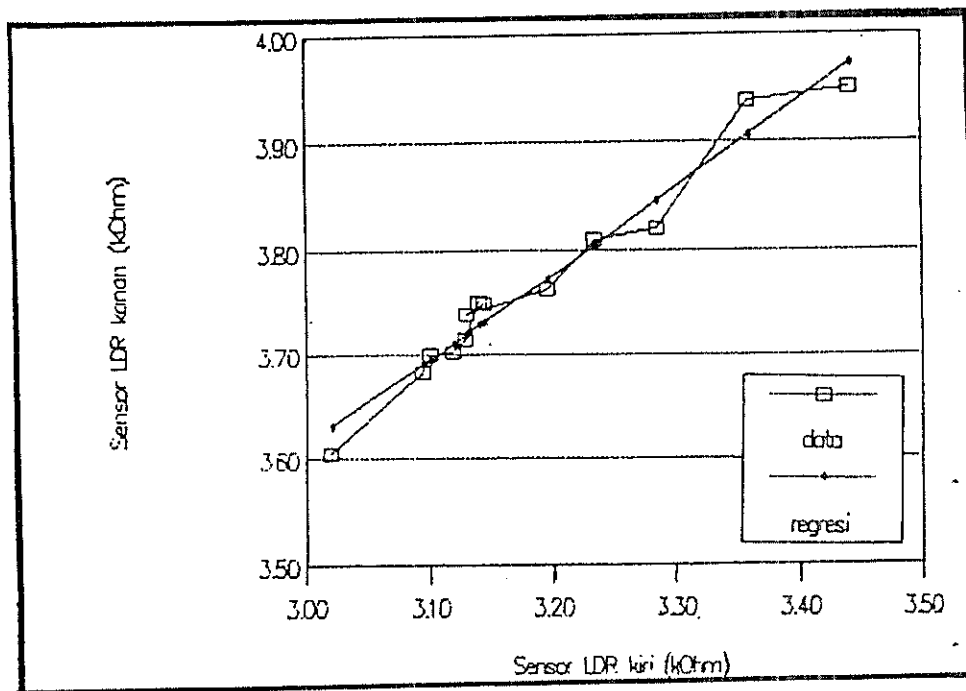
Besarnya nilai kepekaan (s) pada nilai reflektansi sebagai contoh pada $X = 10 \%$, 30% dan 50% adalah:

Keterangan	Nilai kepekaan (kOhm/persen)		
	10 %	30 %	50 %
Biji sedang-LDR kiri	-10.4	-3.4	-2.0
Biji besar -LDR kiri	-14.7	-4.7	-2.8
Biji sedang-LDR kanan	-8.4	-2.7	-1.6
Biji besar -LDR kanan	-15.8	-5.1	-3.0

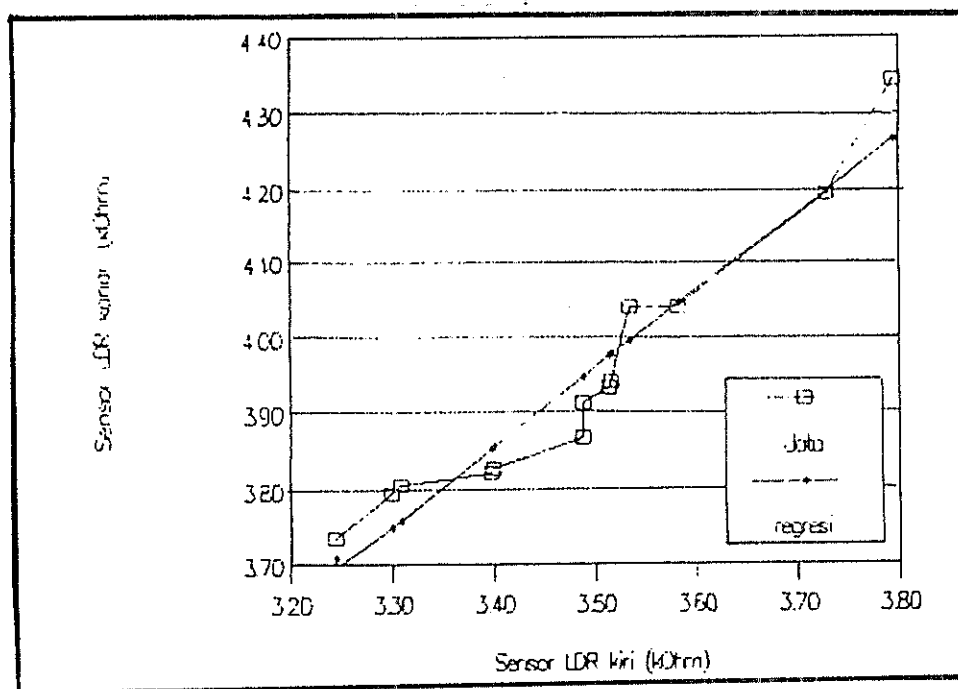
Perbedaan nilai kepekaan sensor LDR ini menunjukkan juga bahwa pendeteksian biji kopi dipengaruhi oleh ketelitian dan keseragaman pembuatan dudukan sensor, peletakan sensor, peletakan dan keseragaman sumber cahaya serta keseragaman ukuran biji dan ketepatan biji jatuh.

Alat sortasi biji kopi kering yang terdiri dari dua unit sensor LDR kiri dan kanan untuk ukuran Biji besar dan sedang ini menunjukkan pula beberapa kendala hubungan. Hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri dan kanan untuk setiap Biji sedang yang sama, seperti Gambar 24, menunjukkan nilai keeratan sebesar $r = 0.981$.





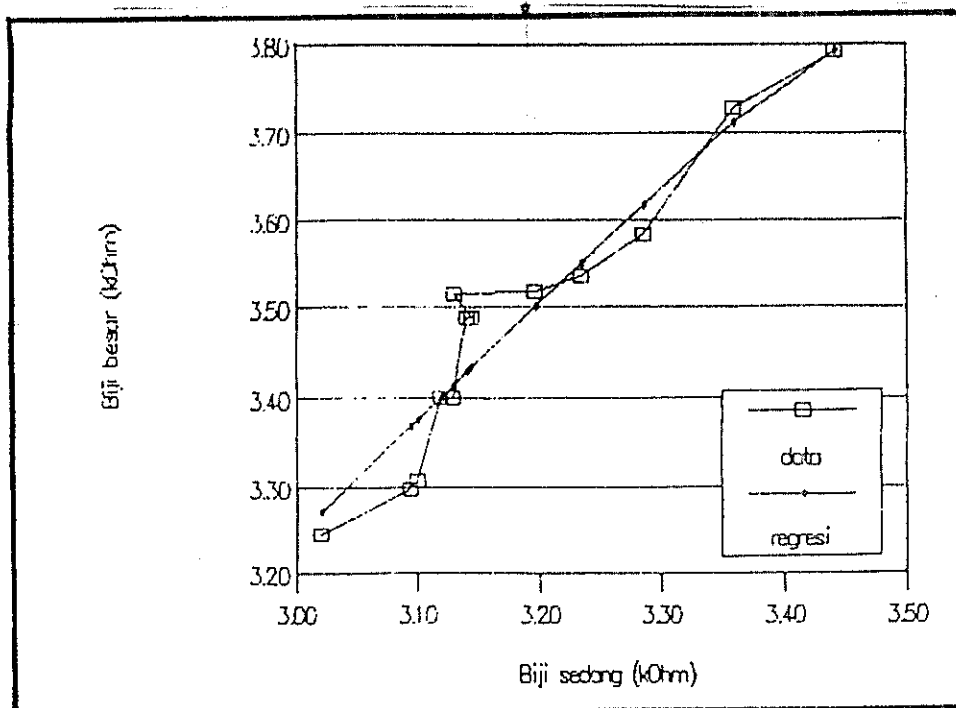
Gambar 24. Hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri dan LDR kanan pada ukuran Biji sedang



Gambar 25. Hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri dan LDR kanan pada ukuran Biji besar.

Hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri dan kanan untuk setiap ukuran Biji besar yang sama, seperti Gambar 25, menunjukkan nilai keeratan $r = 0.9633$.

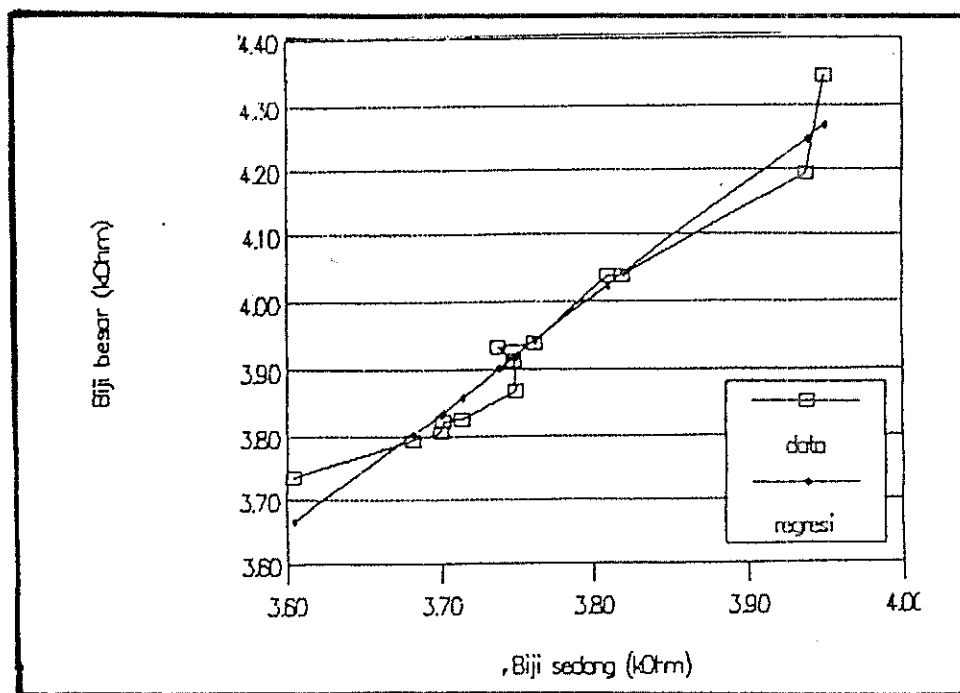
Hubungan nilai resistansi setiap ukuran Biji sedang dan Biji besar pada sensor LDR kiri, seperti Gambar 26, menunjukkan nilai keeratan $r = 0.9511$.



Gambar 26. Hubungan nilai resistansi ukuran Biji sedang dan Biji besar pada sensor LDR kiri.

Hubungan nilai resistansi setiap ukuran Biji sedang dan Biji besar pada sensor LDR kanan seperti Gambar 27, menunjukkan nilai keeratan $r = 0.9728$.

Dengan menganalisa nilai keeratan masing-masing grafik hubungan, menunjukkan bahwa nilai keeratan (r) pada hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri dan LDR kanan untuk ukuran Biji besar lebih kecil dibanding nilai r untuk ukuran Biji sedang. Ini disebabkan ukuran Biji besar kurang seragam dibanding ukuran Biji sedang yang berpengaruh saat pendeteksian. Nilai keeratan r pada hubungan nilai resistansi ukuran Biji sedang dan Biji besar untuk sensor LDR kanan lebih besar dibanding nilai r sensor LDR kiri. Ini disebabkan pengaruh pembuatan dudukan sensor LDR, juga ketepatan biji jatuh ke sensor.



Gambar 27. Hubungan nilai resistansi ukuran Biji sedang dan Biji besar pada sensor LDR kanan.

3. Ketepatan Sensor

Kemampuan sensor LDR untuk menunjukkan hasil pengukuran nilai resistansi setiap biji kopi dalam lima kali ulangan ditunjukkan dalam Lampiran 10. Nilai rata-rata dan deviasi maksimum dari nilai resistansi setiap biji kopi ukuran sedang dan biji besar untuk sensor LDR kiri dan LDR kanan pada Lampiran 11, digunakan untuk menunjukkan nilai ketepatan (Prc) sensor LDR alat ini.

Nilai ketepatan sensor (Prc) untuk setiap jenis cacat biji kopi ditunjukkan dalam Tabel 7. Nilai ketepatan sensor berada antara 0.34 % sampai 2.27 %; dengan nilai rata-rata untuk sensor LDR kiri ukuran Biji sedang adalah 1.18 %, untuk sensor LDR kanan ukuran Biji sedang adalah 1.19 %, untuk sensor LDR kiri ukuran Biji besar adalah 1.31 % dan untuk sensor LDR kanan ukuran Biji besar adalah 1.20 %; sedang nilai rata-rata ketepatan sensor LDR pada alat sortasi ini mencapai 1.22 %.

Nilai ketepatan sensor LDR untuk ukuran Biji sedang lebih kecil (lebih tepat) dibanding pada ukuran Biji besar, ini menunjukkan adanya pengaruh keseragaman ukuran dan bentuk biji kopi.

C. ANALISA BIAYA PEMISAHAN

Biaya pemisahan untuk setiap kilogram biji kering Coffea robusta, dapat ditentukan berdasarkan kriteria berikut.

Kapasitas alat: 5.0 kg/jam; jam kerja setahun: 2000 jam; energi listrik dibutuhkan: 0.1 kW; umur ekonomi alat: 5 tahun; upah operator Rp 60 000,- per bulan untuk pengopersian lima unit; nilai ekonomi alat Rp 200 000,-.

Biaya Tetap untuk setahun:

1. Penyusutan alat: $[200\ 000 - 20\ 000]/5 = \text{Rp } 36\ 000$
2. Bunga modal : $12\ \% \times 200\ 000 = \text{Rp } 24\ 000$
3. Pajak-asuransi : $1\ \% \times 200\ 000 = \text{Rp } 2\ 000$

Biaya Operasi untuk setahun:

1. Energi listrik : $0.1 \times 2400 \times \text{Rp}75/\text{kWh} = \text{Rp } 18\ 000$
2. Upah operator : $[12 \times 60\ 000]/5 = \text{Rp } 144\ 000$
3. Perawatan : $2\ \% \times 200\ 000 = \text{Rp } 4\ 000$

Biaya Total setahun = Rp 228 000,-

Biaya pemisahan per kilogram biji kering:

$$= [228\ 000]/[2\ 400 \times 5] = \text{Rp } 19 / \text{kg.}$$



Tabel 7. Nilai ketepatan sensor LDR terhadap berbagai jenis cacat biji kering Coffea robusta ukuran Biji sedang dan besar

(dalam %)

JENIS CACAT BIJI	UKURAN SEDANG		UKURAN BESAR		Rata rata
	Sensor Kiri	Sensor Kanan	Sensor Kiri	Sensor Kanan	
Sehat	0.66	0.67	1.05	1.77	1.04
Hitam	1.09	1.31	1.06	1.24	1.18
Hitam Sebagian	0.96	1.02	0.40	0.97	0.84
Hitam Pecah	1.15	1.28	0.34	0.72	0.87
Coklat	1.13	0.74	0.97	1.52	1.09
Bertutul	1.54	0.59	1.41	0.73	1.07
Benda Asing	0.50	1.05	1.81	0.69	1.01
Berlubang	1.27	1.33	1.49	1.34	1.36
Sekam Kopi	1.78	1.57	1.93	1.57	1.71
Kulit Tanduk	0.97	1.35	0.66	1.73	1.18
Kopi Glondong	1.80	1.75	2.27	0.83	1.66
Biji Muda	1.66	1.24	1.47	0.84	1.30
Pecah Sehat	0.84	1.58	2.18	1.69	1.57
Rata-rata	1.18	1.19	1.31	1.20	1.22

Hak cipta milik IPRB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPRB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPRB University.



VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

@Hak cipta milik IPB University

Perancangan dan pembuatan alat sortasi ini berdasarkan perbedaan nilai resistansi pantulan warna permukaan antara biji sehat dan biji cacat, dengan menggunakan sensor photoresistor (LDR), untuk menggerakkan mekanisme solenoid penembak biji cacat yang diumpankan satu-persatu.

Alat yang terdiri dari dua jalur ini mempunyai dua unit fungsional, yaitu unit mekanik (penampung biji, piringan pengumpan,udukan sensor dan penembak, motor listrik penggerak dan catu daya variabel) dan unit elektronik (sensor LDR, penguat selisih, pembanding, pemicu Schmitt, penunda waktu, saklar transistor dan rele, solenoid penembak dan catu daya).

Perlakuan ukuran biji, jumlah lubang biji, bukaan pengumpan, dan RPM piringan pengumpan selama pengumpanan biji dengan piringan tegak, berpengaruh pada persentase biji masuk per putaran (A), persentase biji jatuh ke saluran cacat (C), dan persentase pengumpan macet per putaran (F). Tetapi perlakuan ini tak berpengaruh pada persentase ketepatan biji jatuh (B), biji jatuh ke samping (D), dan biji tersisa (E).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Bukaan 8 mm dan putaran piringan 35 RPM menyebabkan peluang biji masuk ke lubang biji kecil, sedang bukaan 14 mm pada putaran piringan 15 - 25 RPM menyebabkan peluang biji masuk besar. Pada bukaan kecil dengan putaran piringan cepat menyebabkan sedikit biji jatuh ke saluran cacat dan sebaliknya. Pada bukaan 14 mm lebih sering terjadi kemacetan dibanding pada bukaan 8 mm dengan RPM piringan yang tinggi.

Tiga perlakuan optimum untuk ukuran Biji besar adalah pada lubang biji 10, bukaan pengumpan 8 mm dan RPM 20; lubang biji 10, bukaan 10 mm dan RPM 30; serta lubang biji 10, bukaan 8 mm dan RPM 25. Tiga perlakuan pengumpanan optimum untuk ukuran Biji sedang adalah pada lubang biji 10, bukaan pengumpan 8 mm dan RPM 20; lubang biji 20, bukaan 14 mm dan RPM 20; serta lubang biji 10, bukaan 10 mm dan RPM 25. Kapasitas pengumpanan biji dua-jalur pengumpanan ini antara 2.4 - 5.54 kg/jam dengan kebutuhan tenaga penggerak 12.671 Watt.

Grafik hubungan nilai resistansi sensor LDR (Y) dengan nilai reflektansi cacat biji (X) mengikuti persamaan garis cubik-log, yaitu:

$$\text{Biji sedang - LDR kiri : } \log Y = 0.545 - 0.032 \log X$$

$$\text{Biji besar - LDR kiri : } \log Y = 0.596 - 0.041 \log X$$

$$\text{Biji sedang - LDR kanan : } \log Y = 0.605 - 0.022 \log X$$

$$\text{Biji besar - LDR kanan : } \log Y = 0.647 - 0.039 \log X$$



Nilai keeratan/korelasi (r) masing-masing persamaan adalah 0.864, 0.904, 0.856 dan 0.893.

Nilai kepekaan (s) sensor LDR terhadap berbagai cacat biji kopi bernilai negatif, menunjukkan penurunan nilai keluaran untuk setiap penambahan nilai masukan, yaitu:

Biji sedang -LDR kiri : $s = -0.1122 X^{-1.032}$ (kOhm/%)

Biji besar -LDR kiri : $s = -0.1617 X^{-1.041}$ (kOhm/%)

Biji sedang -LDR kanan: $s = -0.0886 X^{-1.022}$ (kOhm/%)

Biji besar -LDR kanan: $s = -0.1730 X^{-1.039}$ (kOhm/%)

Hubungan nilai resistansi sensor LDR kiri (X) dan sensor LDR kanan (Y) untuk setiap cacat Biji sedang yang sama, mempunyai keeratan $r = 0.981$; untuk Biji besar yang sama menunjukkan keeratan $r = 0.963$. Hubungan nilai resistansi antara ukuran Biji sedang (X) dan Biji besar (Y) untuk sensor LDR kiri mempunyai keeratan $r = 0.951$, sedang untuk LDR kanan menunjukkan keeratan $r = 0.973$.

Nilai ketepatan (Prc) sensor LDR untuk setiap jenis cacat biji kopi, rata-rata 1.22 %, bervariasi antara 0.34 sampai 2.27 %; yaitu:

Biji sedang - LDR kiri : Prc rata-rata = 1.10 %

Biji besar - LDR kiri : Prc rata-rata = 1.31 %

Biji sedang - LDR kanan : Prc rata-rata = 1.19 %

Biji besar - LDR kanan : Prc rata-rata = 1.20 %

Biaya operasi pemisahan untuk setiap kilogram biji kering Coffea robusta adalah Rp 19.-.



Faktor kendala kritis unit mekanik alat ini adalah rendahnya kapasitas pengumpanan, untuk sistem pengumpanan biji-bijian secara satu-persatu dalam pendeteksian cacat warna setiap biji. Kendala kritis dalam unit elektronik adalah teknik pembuatan yang tepat dan komponen LDR dan lampu sumber cahaya yang serba sama dibutuhkan untuk keseragaman hasil pemisahan lebih dari satu jalur.

@Hak cipta milik IPB University

B. SARAN

Sebagai kelanjutan penelitian ini, dapat disarankan penggunaan metode pengumpanan biji secara tunggal kontinyu yang lain; untuk mendapatkan kapasitas pengumpanan yang lebih besar dan tanpa adanya kemacetan dan gesekan biji.

Selain itu juga disarankan pengujian performansi ketelitian pemisahan alat untuk biji kering (Coffea robusta) juga pada bahan biji-bijian bernilai ekonomi tinggi lainnya.

Keberhasilan penerapan alat pemisah ini dalam rangka peningkatan mutu kopi Indonesia; masih memerlukan pengembangan dari segi teknis sehingga dapat dioperasikan lebih mudah, perawatan lebih gampang, juga dengan pembuatan lebih sederhana dan kompak. Juga perlu adanya pengembangan dengan teknik

IPB University



pengumpulan dan pemisahan lain, untuk pemisahan bisa lebih cepat dan lebih teliti; sehingga secara ekonomi dapat lebih kompetitif.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University

Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



L A M P I R A N

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Komoditas Kopi	Tahun					Rata-rata (%)
	1982	1983	1984	1985	1986	
Luas Penanaman (dalam 000 ha - persentase):						
Perkebunan Rakyat	759.2-94.7	766.1-94.8	837.5-95.1	874.3-95.1	888.9-95.0	95.0
Perkebunan Besar	42.8-5.3	42.3-5.2	43.1-4.9	45.3-4.9	46.2-5.0	5.0
Produksi (dalam 000 ton - persentase):						
Perkebunan Rakyat	262.2-93.1	287.2-94.5	303.4-92.2	291.5-93.2	334.2-92.6	93.1
Perkebunan Besar	19.5-6.9	16.8-5.5	25.7-7.8	21.2-6.8	26.7-7.4	6.9
Ekspor (dalam 000 ton - persentase):						
Kuantitas	227.3-80.7	241.6-79.5	294.9-89.6	285.9-91.4	298.5-82.7	84.8
Nilai (US \$ juta)	343.6	429.9	567.9	561.9	821.7	

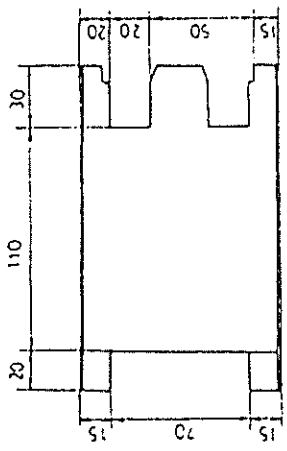
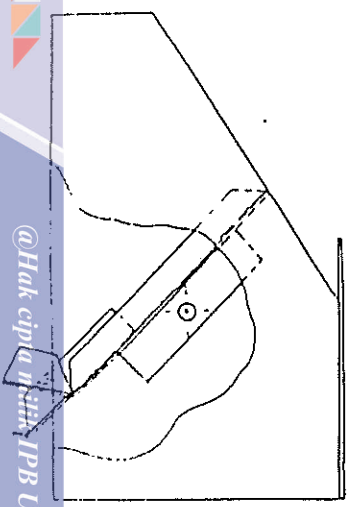
Sumber: Biro Pusat Statistik, 1987.

	SKALA 2:5	DIGRAH muns	CATATAN
	SADIAN .mm	IGRP F.20/2640	
	TANGGAL 8/2009	DIS-111 muns	
MP. FAJETA IPM	HOPPER		062

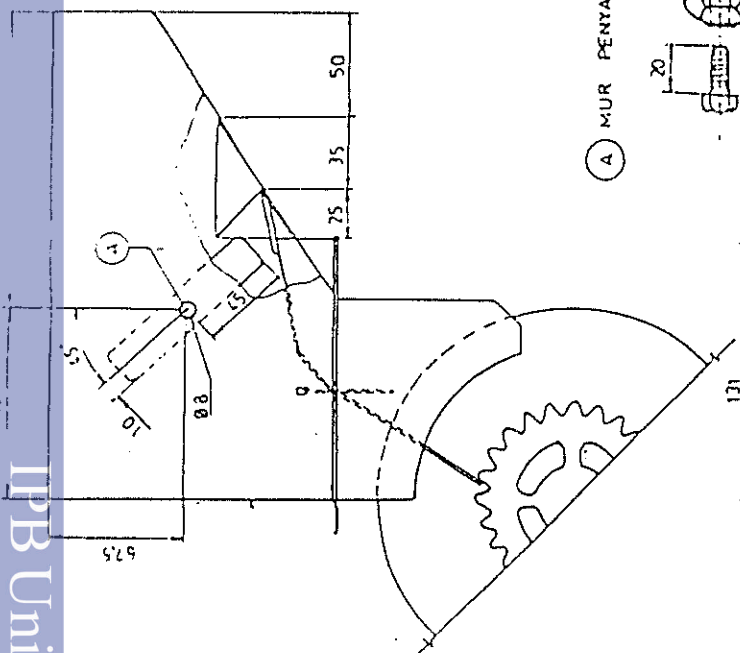
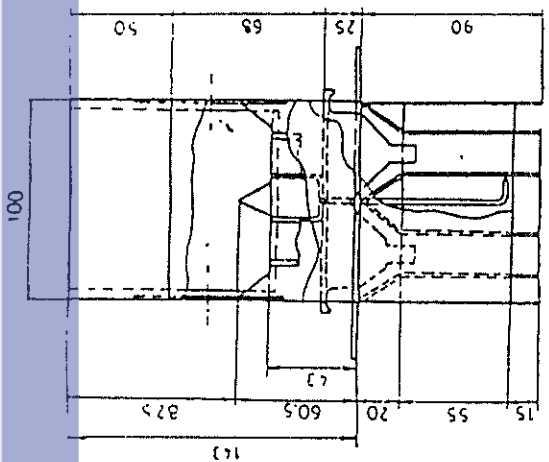
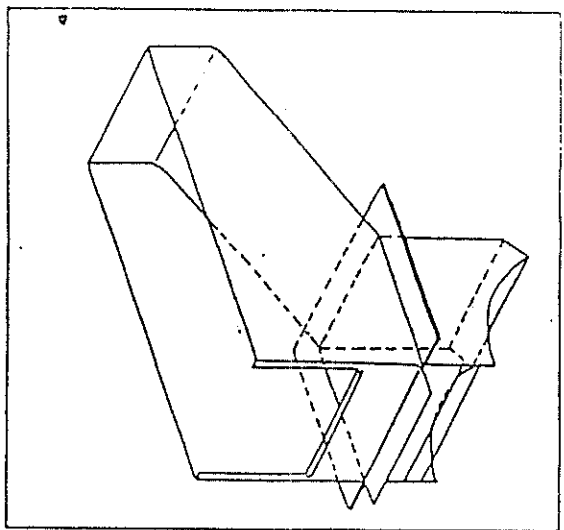
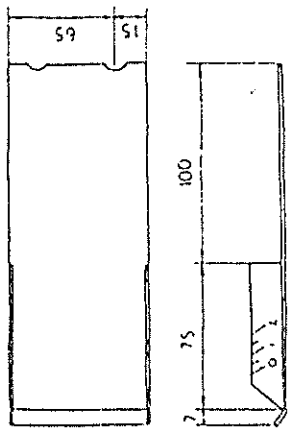
@ Hak cipta milik IPB University

IPB University

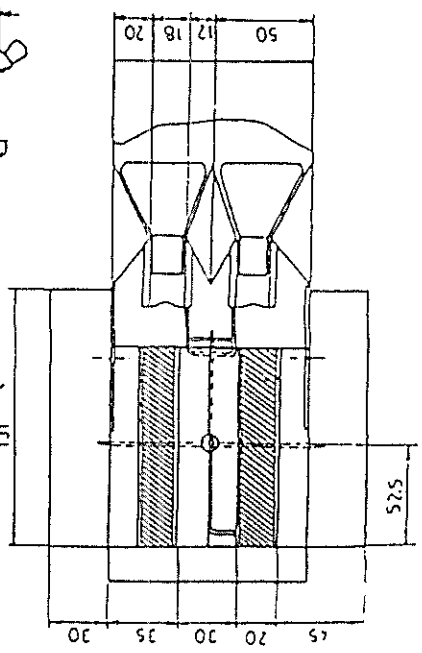
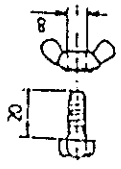
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



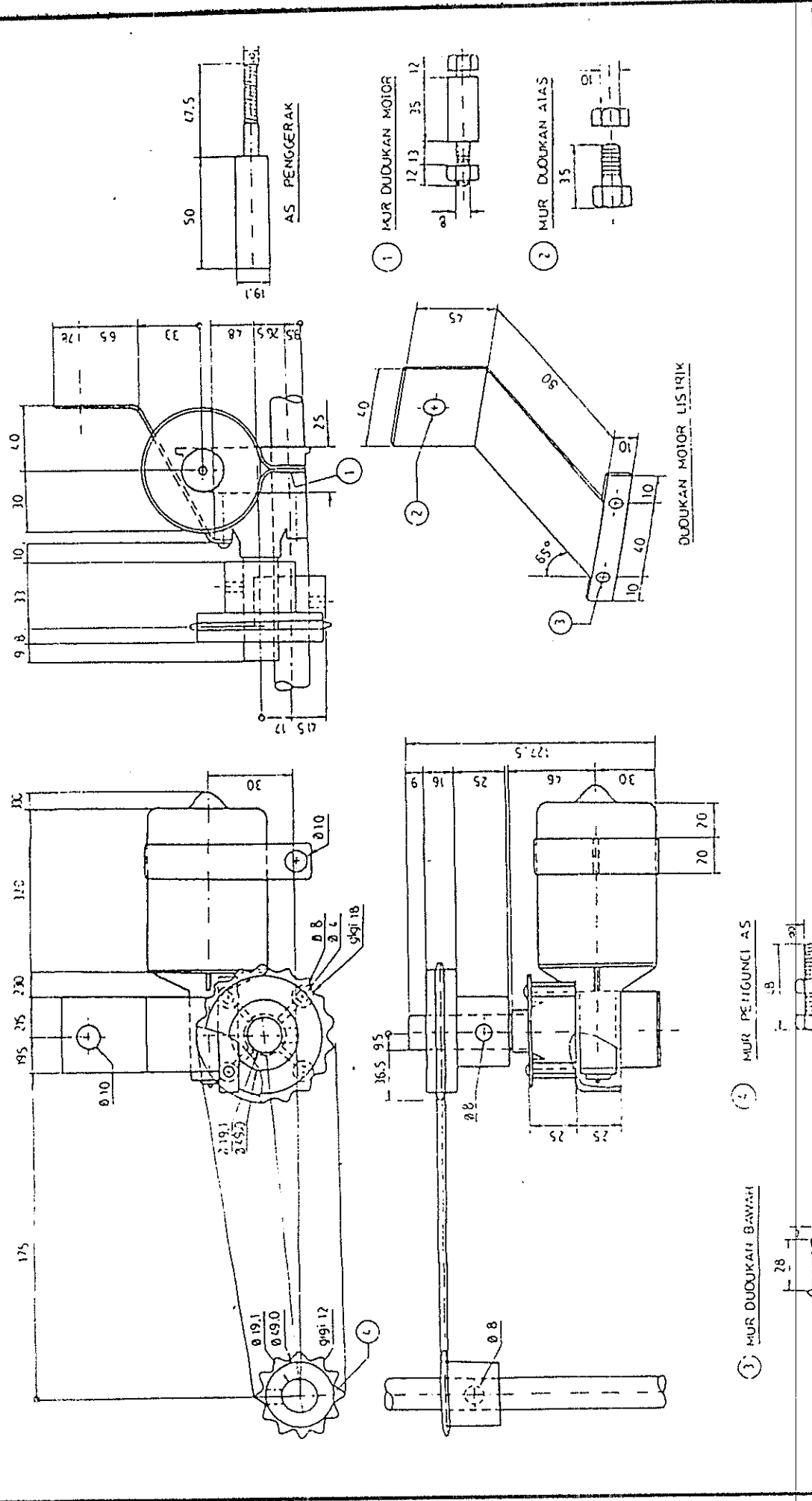
PENGATUR MASUKAN



4 MUR PENYANGGA



MP-FAIE 1A IPB	MOTOR PENGGERAK PENGUMPAN	004	A 3
CATATAN:			
SKALA A : 1:2			
DOK-8 multi 2			
SALURAN: mm NRP F200640			
KASUGAL-B39 DSAIN jmlivo			



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

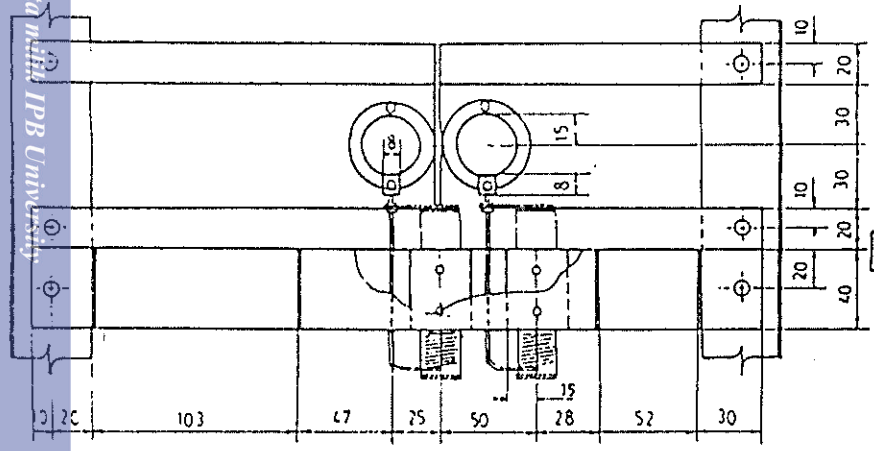
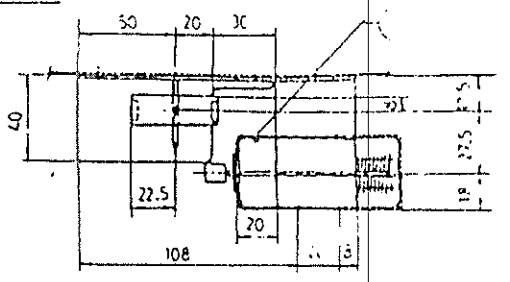
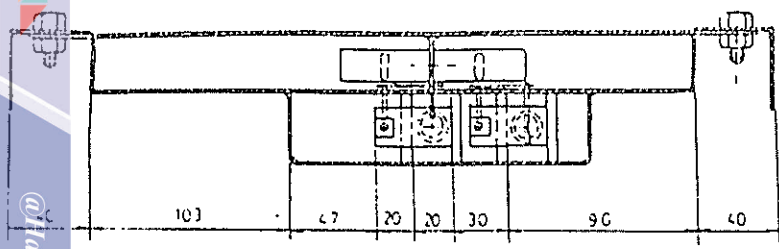
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan jurnal atau untuk tujuan yang serupa.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



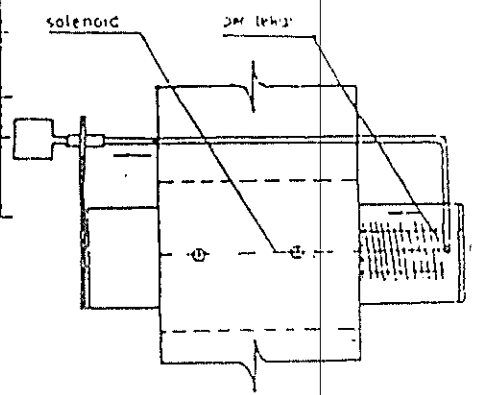
@lak cipa with IPB University

IPB University

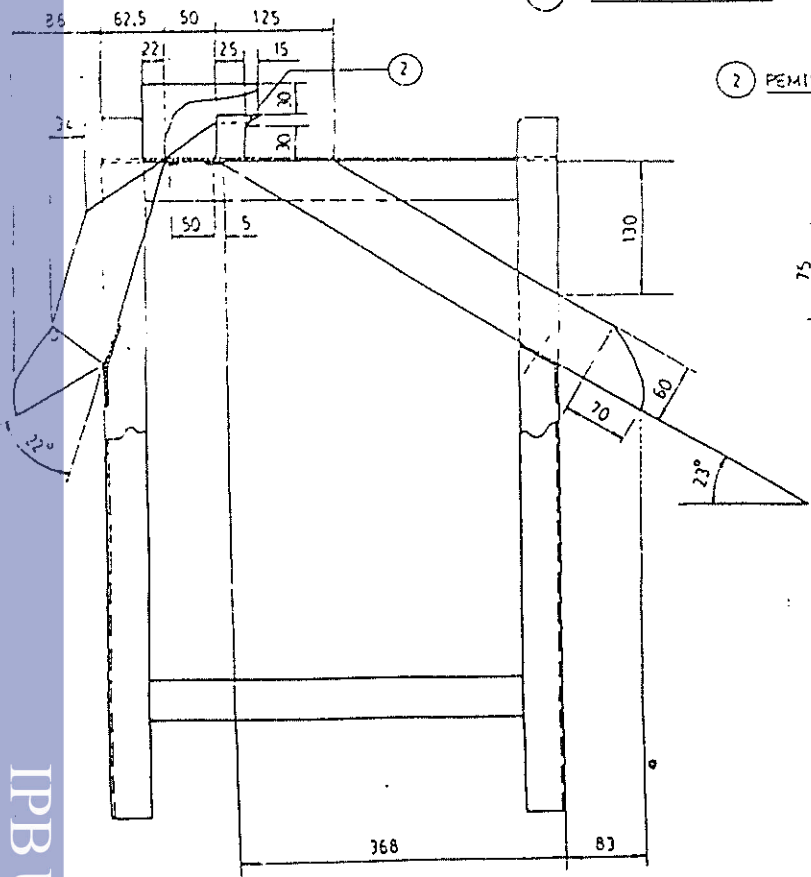
A. DUKUKAN SENSOR DAN PENEMBAK



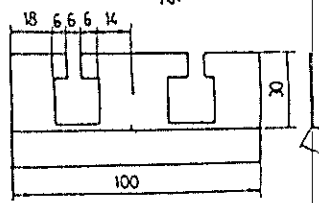
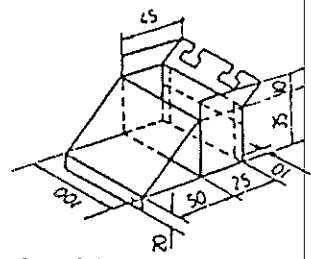
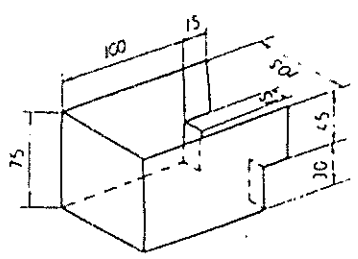
1. MEKANISME PENEMBAK



B. MELUAPAN HASIL



2. PEMISAHAN HASIL



skala 1:2

skala 1:5

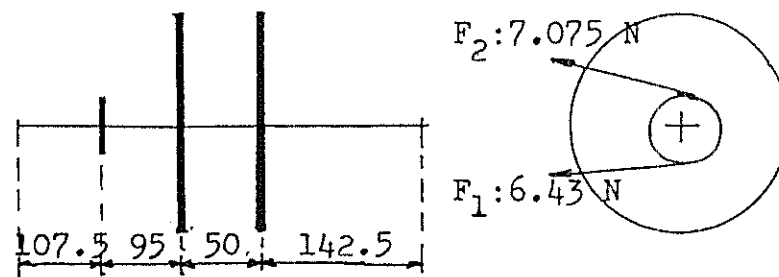
	SKALA: 2:5	FIGURE multi	CATATAN:
	SATUAN mm	INSTRUMEN	
MP.FATETA IPB	DUKUKAN SENSOR DAN PENEMBAK MELUAPAN	205	A

Hak cipta dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber : (lanjutan) 2. diperjelas
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

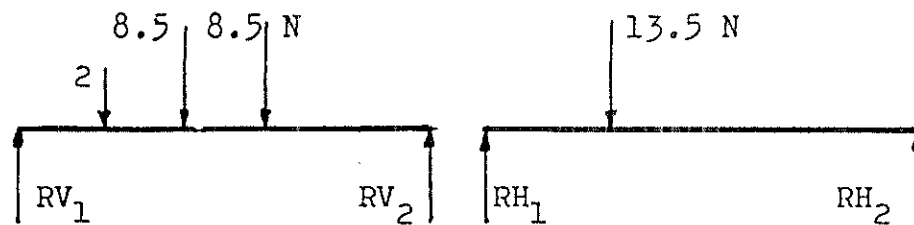
Lampiran 3. Analisa Unit Pengumpanan

ANALISA POROS

- Dasar :
1. Terjadi pada poros beban (piringan pengumpan)
 2. Putaran maksimal poros 60 RPM
 3. Beban Horizontal dan Vertikal sebesar:



Skematik beban horizontal dan vertikal:



Beban Vertikal

$$w(x) = R_1(x)^{-1} - 2(x-10.75)^{-1} - 8.5(x-20.25)^{-1} - 8.5(x-25.25)^{-1} + R_2(x-39.3)^{-1}$$

$$V(x) = R_1(x)^0 - 2(x-10.75)^0 - 8.5(x-20.25)^0 - 8.5(x-25.25)^0 + R_2(x-39.5)^0$$

$$M(x) = R_1(x)^1 - 2(x-10.75)^1 - 8.5(x-20.25)^1 - 8.5(x-25.25)^1 + R_2(x-39.5)^1$$

$$V(x) = 0 \longrightarrow R_1 - 2 - 8.5 - 8.5 + R_2 = 0$$

$$R_1 - 19.0 + R_2 = 0$$

Lampiran 3. (lanjutan)

untuk $x = 39.5$ dan $R_1 = 19 - R_2 \longrightarrow$ maka $M(x) = 0$

$$(19 - R_2)39.5 - 2(28.75) - 8.5(19.25) - 8.5(14.25) = 0$$

$$750.5 - 39.5R_2 - 57.5 - 163.625 - 121.125 = 0$$

$$408.25 - 39.5 R_2 = 0$$

$$RV_2 = 10.335 \text{ N} \quad \text{dan} \quad RV_1 = 8.665 \text{ Nm}$$

Momen Bending Vertikal

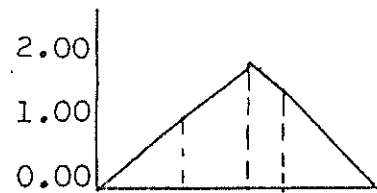
$$x = 0.000 \text{ m} \quad Mb = 0.000 \text{ Nm}$$

$$= 0.1075 \text{ m} \quad = 0.931 \text{ Nm}$$

$$= 0.2025 \text{ m} \quad = 1.755 \text{ Nm}$$

$$= 0.2525 \text{ m} \quad = 1.473 \text{ Nm}$$

$$= 0.395 \text{ m} \quad = 0.000 \text{ Nm}$$



Beban Horisontal

$$w(x) = R_1(x)^{-1} - 13.5(x-10.75)^{-1} + R_2(x-39.5)^{-1}$$

$$V(x) = R_1(x)^0 - 13.5(x-10.75)^0 + R_2(x-39.5)^0$$

$$M(x) = R_1(x)^1 - 13.5(x-10.75)^1 + R_2(x-39.5)^1$$

$$V(x) = 0 \longrightarrow R_1 - 13.5 + R_2 = 0$$

$$\text{Untuk } x = 39.5 \text{ dan } R_1 = 13.5 - R_2 \text{ maka } M(x) = 0$$

$$- 39.5 R_2 + 533.45 - 388.27 = 0 \quad RH_2 = 3.675 \text{ Nm}$$

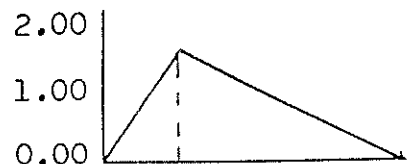
$$RH_1 = 9.83 \text{ Nm}$$

Momen Bending Horisontal

$$x = 0.000 \text{ m} \quad Mb = 0.0000 \text{ Nm}$$

$$= 0.1075 \text{ m} \quad = 1.0567 \text{ Nm}$$

$$= 0.395 \text{ m} \quad = 0.0000 \text{ Nm}$$



Lampiran 3. (lanjutan)

$$M_b \text{ maks} = \sqrt{(1.755)^2 + (1.0567)^2} = 2.05 \text{ Nm}$$

$$M_t \text{ maks} = \frac{9550 \text{ (kW)}}{\text{RPM}} = \frac{9550 (0.0412)}{60} = 6.56 \text{ Nm}$$

$$s_s \text{ (dijinkan)} = 40 \text{ MN/m}^2 \text{ (untuk poros dengan kunci)}$$

$$K_b \text{ (faktor momen bending karena kejutan dan keausan) untuk poros putar dengan beban kejut kecil} = 1.5$$

$$K_t \text{ (faktor momen torsi)} = 1.0$$

Diameter Nominal Poros Yang Dibutuhkan

$$d^3 = \frac{16}{s_s \pi} \sqrt{(K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2}$$

$$= 1.27 \times 10^{-7} \text{ (7.245)}$$

$$d = 0.0097 \text{ m} = 9.7 \text{ mm (untuk kemudahan pemasangan penerahan piringan pada alat digunakan diameter poros sebesar } 3/4 \text{ inch (19.05 mm).}$$

$$\text{Torsional Stress } \tau_{xy} = \frac{16 M_t}{\pi d^3} = 4.83 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Bending Stress } \sigma_b = \frac{32 M_b}{\pi d^3} = 3.02 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Defleksi Puntiran } \theta = \frac{584 M_t L}{G d^4} = 0.144^\circ$$

$$L = 0.395 \text{ m}$$

$$G = 80 \text{ GN/m}^2$$

$$\text{Defleksi Lenturan } \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M(x)}{EI}$$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x) = 8.665(x)^1 - 2(x-10.75)^1 - 8.5(x-20.25)^1 - 8.5(x-25.25)^1 + 10.335(x-39.5)^1$$

Lampiran 5. Data Ukuran Biji Kopi

A. Dimensi Ukuran Biji Kering Coffea robusta

(mm)

Biji Sedang				Biji Besar			
Panjang		Lebar		Panjang		Lebar	
n		n		n		n	
10.5	5	8.5	1	13.0	1	9.5	1
10.0	9	8.0	7	12.5	3	9.0	8
9.5	11	7.5	15	12.0	1	8.5	14
9.0	12	7.0	23	11.5	6	8.0	22
8.5	7	6.5	4	11.0	13	7.5	2
8.0	5			10.5	13	7.0	2
7.5	1			10.0	3	6.5	1
				9.5	6		
				9.0	4		

Perhitungan peluang terlewati:

(mm)

Perhitungan	Biji Sedang		Biji Besar	
	Panjang	Lebar	Panjang	Lebar
Rata-rata	9.24	7.28	10.68	8.24
Peluang (95 %)	10.5	8.00	12.50	9.00
Peluang (100%)	10.5	8.50	13.00	9.50

B. Ukuran Berat Biji Kering Coffea robusta

(gr)

Ulangan (100 biji)	Biji Besar	Biji Sedang
1	25.90	17.60
2	25.65	18.70
3	26.00	17.50
4	25.80	18.25
5	25.00	17.45



Lampiran 5. (lanjutan)

Dilindungi oleh IPB University

Ulangan (100 biji)	Biji Besar	Biji Sedang
6	25.25	18.40
7	25.35	18.10
8	25.50	18.40
9	25.05	17.60
10	26.05	17.20
Rata-rata:	25.555	17.92
Simpangan δ_n	0.365	0.483

Jumlah Biji untuk Setiap Berat:

- 300 gram biji Besar : 1174 keping biji
- biji Sedang : 1674 keping biji
- 1000 gram biji Besar : 3913 keping biji
- biji Sedang : 5580 keping biji

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 6. Data Uji Performansi Unit Mekanik Alat Sortasi Biji Coffea robusta

I. Perlakuan Biji Ukuran Besar, Lubang Piringan 20

Bagian Performansi	Bukaan mm	RPM				
		15	20	25	30	35
A Persentase Biji Masuk per Putaran	8	32.68	24.50	20.91	21.87	19.54
	10	35.67	26.53	21.87	27.91	21.59
	12	43.99	39.13	43.22	40.27	36.84
	14	47.92	43.35	46.81	36.45	34.52
B Persentase Ketepatan Biji Jatuh	8	89.83	90.67	92.33	89.67	94.83
	10	92.17	89.33	88.50	94.50	93.83
	12	90.67	91.33	93.00	90.50	82.83
	14	89.33	91.83	90.17	91.17	91.33
C Persentase Biji Jatuh ke Samping	8	7.00	4.00	4.50	4.50	1.50
	10	5.33	6.00	7.00	2.67	2.00
	12	5.17	3.67	3.17	3.83	3.50
	14	7.33	4.33	4.67	4.00	4.17
D Persentase Biji Jatuh ke Samping	8	1.67	3.17	1.67	2.50	1.50
	10	2.00	1.67	1.83	1.17	1.67
	12	1.00	2.33	1.17	2.33	1.00
	14	1.33	0.83	2.00	2.83	1.83
E Persentase Biji Tersisa	8	1.83	2.17	1.50	3.33	2.17
	10	2.17	3.00	2.50	1.67	2.50
	12	3.17	2.67	2.67	3.33	2.67
	14	2.00	3.00	3.17	2.00	2.67
F Persentase Pengumpulan Macet per Putaran	8	2.18	1.63	1.39	1.47	7.83
	10	2.38	5.31	2.92	3.72	10.08
	12	2.93	0.00	2.88	2.68	4.91
	14	9.58	5.78	9.36	12.15	4.60

© Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 6. (lanjutan)

II. Perlakuan Biji Ukuran Besar, Lubang Piringan 15

Bagian Performansi	Bukaan mm	RPM				
		15	20	25	30	35
A Persentase Biji Masuk per Putaran	8	39.68	27.50	27.27	26.49	24.97
	10	47.23	35.54	35.32	30.94	30.37
	12	53.26	46.12	44.69	40.98	31.23
	14	---	38.63	37.44	34.66	36.75
B Persentase Ketepatan Biji Jatuh	8	89.50	88.67	90.00	90.33	91.33
	10	88.83	89.50	89.83	92.67	90.17
	12	88.17	89.93	90.83	85.50	91.00
	14	---	87.67	88.17	88.00	90.33
C Persentase Biji Jatuh ke Samping	8	4.67	6.17	4.17	4.00	3.50
	10	3.67	5.83	4.17	3.00	2.33
	12	5.00	4.50	2.83	3.50	2.33
	14	---	3.67	4.33	4.17	3.17
D Persentase Biji Jatuh ke Samping	8	1.00	2.00	1.33	1.50	1.00
	10	2.33	2.33	1.67	1.83	2.00
	12	1.17	1.50	2.00	1.83	1.17
	14	---	3.67	5.67	4.17	4.67
E Persentase Biji Tersisa	8	4.83	3.67	4.50	4.17	4.17
	10	5.17	2.33	4.33	2.50	5.50
	12	5.33	4.17	4.50	7.50	5.50
	14	---	3.67	5.67	4.17	4.67
F Persentase Pengumpulan Macet per Putaran	8	7.94	4.12	6.82	13.25	12.49
	10	11.81	12.09	10.60	15.47	15.18
	12	15.98	18.45	20.11	16.38	18.74
	14	---	36.70	26.21	8.67	29.40

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 6. (lanjutan)

III. Perlakuan Biji Ukuran Besar, lubang Piringan 10

Bagian Performansi	Bukaan mm	RPM				
		15	20	25	30	35
A Persentase Biji Masuk per Putaran	8	64.34	60.44	56.07	55.40	51.33
	10	75.38	66.73	68.38	60.18	52.32
	12	80.86	81.30	88.24	69.52	70.64
	14	83.86	70.48	68.77	65.15	58.38
B Persentase Ketepatan Biji Jatuh	8	93.83	90.67	90.17	91.50	93.00
	10	89.50	90.17	90.00	92.00	90.83
	12	92.83	93.00	91.33	91.50	93.17
	14	91.67	90.17	92.67	91.50	91.83
C Persentase Biji Jatuh ke Saringan Cacat	8	4.17	3.50	5.00	2.17	2.50
	10	4.17	4.67	3.17	3.83	2.33
	12	4.50	4.00	3.33	3.33	2.33
	14	3.83	5.67	3.83	3.50	3.33
D Persentase Biji Jatuh ke Samping	8	1.33	4.83	3.17	3.83	3.50
	10	2.00	2.67	2.67	1.50	2.33
	12	0.83	1.17	1.83	1.17	1.67
	14	1.83	1.83	0.67	2.67	2.33
E Persentase Biji Tersisa	8	0.67	1.67	1.67	2.17	1.00
	10	3.17	2.50	4.17	2.67	4.17
	12	1.83	1.83	3.50	4.00	2.83
	14	2.67	2.50	2.83	2.33	2.50
F Persentase Pengumpulan Macet per Putaran	8	2.14	0.00	1.87	3.69	3.32
	10	15.08	8.90	15.95	2.01	13.95
	12	10.78	18.97	11.76	20.86	14.13
	14	16.77	16.44	13.75	23.89	31.13

Lampiran 6. (lanjutan)

IV. Perlakuan Biji Ukuran Sedang, Lubang Piringan 20

Bagian Performansi	Bukaan mm	RFM				
		15	20	25	30	35
A Persentase Biji Masuk per Putaran	8	24.02	22.64	22.22	26.86	26.56
	10	34.64	26.83	31.69	38.91	39.74
	12	46.69	46.68	49.86	37.31	39.56
	14	57.42	55.97	45.06	43.10	42.43
B Persentase Ketepatan Biji Jatuh	8	85.17	84.50	88.17	87.17	86.67
	10	84.67	85.67	87.17	85.50	84.33
	12	80.67	84.50	83.00	85.50	86.00
	14	83.50	81.17	86.67	84.17	85.17
C Persentase Biji Jatuh ke Salsuran Cacat	8	9.33	7.67	5.50	5.33	3.00
	10	7.17	7.67	4.50	4.50	4.17
	12	6.00	4.50	4.17	3.17	4.17
	14	5.83	6.00	5.17	4.50	3.83
D Persentase Biji Jatuh ke Samping	8	3.00	4.00	3.83	3.33	6.50
	10	4.50	5.17	5.67	6.00	8.17
	12	10.17	5.83	7.17	6.83	4.50
	14	7.83	7.50	4.17	6.50	4.83
E Persentase Biji Tersisa	8	2.50	3.83	2.67	4.17	3.83
	10	3.67	1.33	2.67	4.00	3.33
	12	3.17	5.17	5.67	4.50	5.33
	14	2.83	5.33	4.00	4.83	6.17
F Persentase Pengumpulan Macet per Putaran	8	6.41	4.53	1.48	0.00	1.77
	10	4.67	5.37	4.23	5.19	5.30
	12	3.11	0.00	3.32	2.49	7.91
	14	11.48	0.00	3.00	11.49	11.32

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 @Hak cipta milik IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 6. (lanjutan)

V. Perlakuan Biji Ukuran Sedang, Lubang Piringan 15

Bentuk Perforansi	Bulatan mm	RPM					
		15	20	25	30	35	
A	Persentase Biji Masuk per Putaran	8	29.63	34.36	38.87	30.26	31.57
		10	52.63	51.33	48.10	48.02	39.18
		12	53.69	46.08	49.59	44.05	42.80
		14	50.03	57.31	50.58	49.08	38.78
B	Persentase Ketepatan Biji Jatuh	8	78.33	86.33	85.83	86.83	85.67
		10	82.83	82.83	83.17	83.83	84.50
		12	78.17	87.00	85.83	82.83	83.17
		14	75.00	77.17	84.00	83.17	84.83
C	Persentase Biji Jatuh ke Salingan Cacat	8	8.67	4.67	4.67	4.17	3.83
		10	4.33	5.00	4.50	3.83	4.17
		12	7.50	4.83	4.33	4.00	5.17
		14	7.17	8.83	4.83	6.00	4.17
D	Persentase Biji Jatuh ke Samping	8	8.67	6.00	5.17	4.50	4.33
		10	8.17	7.50	6.17	6.67	7.50
		12	10.00	5.17	5.83	6.17	5.33
		14	7.33	9.50	7.50	8.83	6.83
E	Persentase Biji Tersisa	8	4.33	3.00	4.33	4.50	6.17
		10	5.83	4.67	6.17	5.67	3.83
		12	4.33	3.00	4.00	6.00	4.67
		14	9.67	5.00	4.50	3.67	5.50
F	Persentase Pengumpulan Macet per Putaran	8	8.89	6.87	3.89	6.05	7.89
		10	15.79	15.40	7.21	7.20	5.89
		12	10.74	13.82	4.96	6.61	6.42
		14	25.02	20.06	2.53	4.91	9.70

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 @Hak cipta milik IPB University

IPB University

Lampiran 6. (lanjutan)

VI. Perlakuan Biji Ukuran Sedang, Lubang Piringan 10

Bagian Pertormansi	Bukaan mm	RPM				
		15	20	25	30	35
A Persentase Biji Masuk per Putaran	8	58.88	55.90	50.70	47.69	37.43
	10	59.29	60.28	50.03	62.37	48.98
	12	72.25	64.89	70.59	55.10	46.04
	14	74.77	62.67	76.19	60.06	59.73
B Persentase Ketepatan Biji Jatuh	8	80.50	81.17	83.67	85.67	86.83
	10	78.17	83.17	83.17	84.00	82.17
	12	81.50	82.50	82.50	84.33	80.50
	14	76.00	79.50	81.00	83.83	76.50
C Persentase Biji Jatuh Ke Samping	8	7.00	4.67	5.17	3.83	4.17
	10	8.83	5.67	5.00	4.17	3.33
	12	5.67	4.67	4.33	4.83	5.17
	14	7.50	6.83	4.00	3.83	4.17
D Persentase Biji Jatuh ke Samping	8	5.33	6.67	6.00	5.50	3.17
	10	7.17	7.17	6.50	5.50	6.67
	12	8.83	8.33	7.50	5.17	6.67
	14	12.15	8.17	8.67	6.00	7.67
E Persentase Biji Tersisa	8	6.67	7.50	5.17	5.00	5.83
	10	5.83	4.00	5.33	6.00	7.83
	12	4.00	4.50	5.67	5.33	7.33
	14	3.83	5.17	6.33	6.33	11.67
F Persentase Pengumpulan Macet per Putaran	8	11.78	0.00	1.69	7.95	4.99
	10	7.91	2.01	0.00	6.24	9.80
	12	9.63	2.16	21.18	16.53	13.81
	14	19.94	20.89	25.40	10.01	19.91



Lampiran 7. Hasil Perhitungan Analisa-Variasi Performansi Mekanik Alat Sortasi Biji Coffea robusta

@Hak cipta milik IPB University

A. Ukuran Besar

Perlakuan	SST	SSR	SSC	SSS	R _m	C _m	Err	s ₁ ²	s ₂ ²	s ₃ ²	f ₁	f ₂	Pengaruh Rpm Piringan
I. A	1716.04	1293.83	301.56	120.65	431.28	75.36	10.03	42.90	7.50	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata
B	59.41	2.74	18.41	38.26	0.91	4.60	3.19	0.29	1.27	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
C	66.81	2.90	25.78	18.20	0.97	6.45	1.52	0.64	4.24	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
D	7.45	0.81	1.60	5.04	0.27	0.40	0.42	0.64	0.95	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
E	4.41	1.37	0.38	2.66	0.46	0.10	0.22	2.09	0.43	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
F	219.85	101.42	30.15	88.30	33.81	7.54	7.36	4.60	1.02	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata
II. A	4959.18	1205.92	2219.34	1533.92	401.97	554.83	127.83	3.14	4.34	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
B	7654.20	1344.54	1698.95	4610.71	448.18	424.70	384.22	1.17	1.11	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
C	37.75	3.25	15.67	18.83	1.08	3.92	1.52	0.69	2.50	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
D	7.54	1.23	2.32	3.79	0.41	0.63	0.37	1.28	1.97	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
E	43.78	8.81	6.57	28.40	2.94	1.64	2.37	1.24	0.69	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
F	7902.40	2917.02	1037.47	3947.90	942.40	258.37	329.00	2.96	0.79	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
III. A	2125.45	1120.10	794.99	210.36	373.40	198.75	17.53	21.30	11.34	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata
B	28.89	9.25	4.67	14.99	3.08	1.16	1.25	2.47	0.93	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
C	16.00	1.01	8.83	6.16	0.34	2.21	0.51	0.56	4.30	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
D	21.22	10.72	3.05	7.45	3.57	0.76	0.62	5.76	1.23	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
E	17.54	9.60	2.81	5.13	3.20	0.70	0.43	7.50	1.64	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata	Tidak Berpengaruh Nyata
F	1309.55	886.64	64.97	357.72	295.55	16.24	29.81	9.91	0.54	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata	Berpengaruh Nyata

B. Ukuran Sedang

Perlakuan	SST	SSR	SSC	SSS	R _m	C _m	Err	s ₁ ²	s ₂ ²	s ₃ ²	f ₁	f ₂	Pengaruh Rpm Piringan
I. A	2204.89	1746.64	42.36	415.98	1746.64	43.26	415.98	582.20	10.80	34.67	16.79	0.31	Tidak Berpengaruh Nyata
B	243.79	77.56	22.10	144.13	77.56	22.10	144.13	23.85	5.53	12.01	2.15	0.46	Tidak Berpengaruh Nyata
C	50.67	8.51	31.47	10.69	8.51	31.47	10.69	2.85	7.87	0.89	3.19	8.84	Tidak Berpengaruh Nyata
D	64.14	20.68	3.07	40.39	20.68	3.07	40.39	6.88	0.77	3.32	2.04	0.23	Tidak Berpengaruh Nyata
E	28.90	11.70	6.22	10.98	11.70	6.22	10.98	3.90	1.56	0.92	4.26	1.70	Tidak Berpengaruh Nyata
F	248.33	64.80	57.20	126.33	64.80	57.20	126.33	21.60	14.30	10.50	2.06	1.36	Tidak Berpengaruh Nyata
II. A	1292.47	869.74	242.27	180.46	869.74	242.27	180.46	289.91	60.57	15.04	19.28	4.03	Berpengaruh Nyata
B	240.32	62.79	129.94	47.59	62.79	129.94	47.59	20.93	32.49	3.97	5.27	8.57	Berpengaruh Nyata
C	97.26	8.46	19.86	68.94	8.46	19.86	68.94	2.82	4.97	5.75	0.49	0.86	Tidak Berpengaruh Nyata
D	49.97	14.05	16.75	19.17	14.05	16.75	19.17	4.68	4.19	1.60	2.92	2.62	Tidak Berpengaruh Nyata
E	40.85	5.72	9.23	25.90	5.72	9.23	25.90	1.91	3.31	2.16	0.88	1.07	Tidak Berpengaruh Nyata
F	631.99	90.10	362.63	179.26	90.10	362.63	179.26	30.03	90.66	14.94	2.01	6.07	Tidak Berpengaruh Nyata
III. A	2015.30	765.55	768.11	481.54	765.55	768.11	481.54	255.16	192.03	40.14	6.36	4.78	Berpengaruh Nyata
B	150.33	46.85	63.29	40.19	46.85	63.29	40.19	15.60	15.82	3.35	4.66	4.72	Berpengaruh Nyata
C	38.09	0.79	26.44	10.86	0.79	26.44	10.86	0.26	6.61	0.21	0.29	7.26	Berpengaruh Nyata
D	64.37	26.78	21.64	15.95	26.78	21.64	15.95	8.93	5.41	1.53	6.71	4.06	Berpengaruh Nyata
E	58.56	4.42	25.11	29.03	4.42	25.11	29.03	1.47	6.28	2.42	0.61	2.60	Tidak Berpengaruh Nyata
F	1173.43	581.28	105.57	386.58	581.28	105.57	386.58	227.09	26.39	32.33	7.05	0.82	Tidak Berpengaruh Nyata

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 8. Pemilihan Jumlah Lubang Piringan (L), Buka-an Pengumpan (Bu), Dan RPM Piringan Optimum Pada Pengumpanan Ukuran Biji Kopi Besar Dan Sedang; Berdasarkan Nilai Total Persen (NTP) Pengaruh Persentase Biji Masuk Per Putaran (A), Persentase Biji Jatuh Ke Saluran Cacat (C) Dan Persentase Pengumpan Macet Per Putaran (F).

Ukuran Biji	Nilai Pengaruh	Perlakuan Pilihan			Nilai Total Persen		
		A			NTP = 200 + A - F - C		
		L -Bu-R	L -Bu-R	L -Bu-R	A	B	C
Besar	Perlakuan	20 12 20	20 08 25	20 08 30			
	F (%)	0.00	1.39	1.47			
	A (%)	39.13	20.91	21.87	235.46	215.02	215.90
	C (%)	3.67	4.50	4.50			
	Perlakuan	15 08 20	15 08 25	15 08 15			
	F (%)	4.12	6.82	7.94			
	A (%)	27.50	27.27	39.68	217.21	216.28	227.07
	C (%)	6.17	4.17	4.67			
	Perlakuan	10 08 20	10 08 25	10 10 30			
	F (%)	0.00	1.87	2.01			
	A (%)	60.44	56.07	60.18	256.94	249.20	254.34
	C (%)	3.50	5.00	3.83			
Sedang	Perlakuan	20 12 20	20 14 20	20 08 30			
	F (%)	0.00	0.00	0.00			
	A (%)	22.64	55.97	26.86	214.97	249.97	221.53
	C (%)	7.67	6.00	5.33			
	Perlakuan	15 14 25	15 08 25	15 14 30			
	F (%)	2.53	3.89	4.91			
	A (%)	50.58	38.87	49.08	243.22	230.31	240.00
	C (%)	4.83	4.67	4.17			
	Perlakuan	10 08 20	10 10 25	10 08 25			
	F (%)	0.00	0.00	1.69			
	A (%)	55.90	50.03	50.70	251.23	245.03	243.84
	C (%)	4.67	5.00	5.17			

@ Hak cipta milik IPR University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPR University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPR University.

Lampiran 8. (lanjutan)

**Hasil Pemilihan Berdasarkan Nilai Total
Persen (NTP) Terbesar**

Ukuran Biji	Pilihan	Perlakuan	Nilai Total Persen (%)	Arti
Besar	1	10 08 20	256.940	Lubang Piringan 10 buah Bukaan 8 mm, RPM 20
	2	10 10 30	254.340	Lubang Piringan 10 buah Bukaan 10 mm, RPM 30
	3	10 08 25	249.200	Lubang Piringan 10 buah Bukaan 8 mm, RPM 25
Sedang	1	10 08 20	251.230	Lubang Piringan 10 buah Bukaan 8 mm, RPM 20
	2	20 14 20	249.970	Lubang Piringan 20 buah Bukaan 14 mm, RPM 20
	3	10 10 25	245.030	Lubang Piringan 10 buah Bukaan 10 mm, RPM 25

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





Lampiran 9. Data Nilai Resistansi Berbagai Jenis Cacat Biji Kering Kopi Ukuran Sedang Dengan Sensor LDR

(dalam kOhm)

JENIS CACAT BIJI	SENSOR KANAN					Rata Rata	SENSOR KIRI					Rata Rata
	Ulangan						Ulangan					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Sehat	3.60	3.62	3.58	3.62	3.60	3.604	3.01	3.02	3.04	3.03	3.00	3.020
Hitam	3.81	3.78	3.84	3.80	3.87	3.820	3.30	3.26	3.31	3.25	3.31	3.286
Hitam Sebagian	3.70	3.75	3.72	3.76	3.76	3.738	3.16	3.12	3.10	3.13	3.14	3.120
Hitam Pecah	3.75	3.78	3.75	3.76	3.70	3.748	3.14	3.14	3.15	3.14	3.11	3.144
Coklat	3.79	3.76	3.75	3.77	3.74	3.762	3.20	3.22	3.21	3.16	3.19	3.196
Bertutul	3.71	3.68	3.72	3.72	3.68	3.702	3.14	3.11	3.07	3.12	3.15	3.118
Benda Asing	3.85	3.82	3.80	3.78	3.80	3.810	3.23	3.22	3.25	3.23	3.24	3.234
Berlubang	3.71	3.80	3.70	3.74	3.80	3.750	3.13	3.11	3.16	3.18	3.12	3.140
Sekam Kopi	4.00	3.90	3.89	3.98	3.92	3.938	3.30	3.31	3.40	3.39	3.40	3.362
Kulit Tanduk	3.72	3.75	3.67	3.71	3.65	3.700	3.10	3.07	3.13	3.08	3.12	3.100
Kopi Glondong	3.97	4.04	3.92	3.99	4.03	3.990	3.47	3.46	3.41	3.49	3.38	3.442
Biji Muda	3.75	3.68	3.70	3.68	3.76	3.714	3.11	3.18	3.15	3.12	3.08	3.128
Pecah Sehat	3.74	3.68	3.65	3.66	3.68	3.682	3.09	3.11	3.08	3.12	3.11	3.094



Lampiran 10. Data Nilai Resistansi Berbagai Jenis Cacat Biji Kering Kopi Ukuran Besar Dengan Sensor LDR

(dalam kOhm)

JENIS CACAT BIJI	SENSOR KANAN					Rata rata	SENSOR KIRI					Rata rata
	Ulangan						Ulangan					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Sehat	3.75	3.67	3.73	3.75	3.78	3.736	3.25	3.27	3.23	3.21	3.26	3.244
Hitam	4.03	4.05	4.09	4.02	4.01	4.040	3.62	3.61	3.50	3.55	3.57	3.582
Hitam Sebagian	3.93	3.95	3.90	3.91	3.97	3.932	3.52	3.52	3.52	3.51	3.50	3.514
Hitam Pecah	3.89	3.94	3.90	3.90	3.93	3.912	3.49	3.50	3.49	3.48	3.48	3.488
Coklat	3.94	3.96	3.97	3.88	3.95	3.940	3.51	3.55	3.49	3.49	3.54	3.516
Bertutul	3.83	3.81	3.82	3.85	3.80	3.822	3.35	3.43	3.38	3.44	3.39	3.398
Benda Asing	4.06	4.04	4.01	4.05	4.03	4.038	3.54	3.52	3.47	3.57	3.57	3.534
Berlubang	3.88	3.89	3.92	3.83	3.82	3.868	3.44	3.50	3.54	3.46	3.50	3.488
Sekam Kopi	4.23	4.26	4.15	4.14	4.19	4.194	3.71	3.73	3.74	3.80	3.76	3.778
Kulit Tanduk	3.74	3.82	3.84	3.82	3.81	3.806	3.31	3.29	3.29	3.33	3.32	3.308
Kopi Glondong	4.36	4.31	4.33	4.38	4.34	4.344	3.82	3.85	3.87	3.71	3.73	3.796
Biji Muda	3.82	3.86	3.85	3.80	3.81	3.828	3.37	3.45	3.41	3.35	3.42	3.400
Pecah Sehat	3.80	3.74	3.74	3.84	3.85	3.794	3.27	3.26	3.31	3.37	3.28	3.298

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 11. Data Nilai Resistansi Rata-rata Dan Deviasi Maksimum
Dari Berbagai Jenis Cacat Biji Kering Kopi Ukuran
Sedang Dan Besar

(dalam kohm)

JENIS CACAT BIJI	UKURAN SEDANG				UKURAN BESAR			
	Kiri		Kanan		Kiri		Kanan	
	\bar{x}	δ maks	\bar{x}	δ maks	\bar{x}	δ maks	\bar{x}	δ maks
Sehat	3.020	0.020	3.604	0.024	3.244	0.034	3.736	0.066
Hitam	3.286	0.036	3.820	0.050	3.582	0.038	4.040	0.050
Hitam Sebagian	3.130	0.030	3.738	0.038	3.514	0.014	3.932	0.038
Hitam Pecah	3.144	0.036	3.748	0.048	3.488	0.012	3.912	0.028
Coklat	3.196	0.036	3.762	0.028	3.516	0.034	3.940	0.060
Bertutul	3.118	0.048	3.702	0.022	3.398	0.048	3.822	0.028
Benda Asing	3.234	0.016	3.810	0.040	3.534	0.064	4.038	0.028
Berlubang	3.140	0.040	3.750	0.050	3.488	0.052	3.868	0.052
Sekam Kopi	3.360	0.060	3.938	0.062	3.728	0.072	4.194	0.066
Kulit Tanduk	3.100	0.030	3.700	0.050	3.308	0.022	3.806	0.066
Kopi Glondong	3.442	0.062	3.990	0.070	3.796	0.086	4.344	0.036
Biji Muda	3.128	0.022	3.714	0.046	3.400	0.050	3.828	0.032
Pecah Sehat	3.094	0.026	3.682	0.058	3.298	0.072	3.794	0.064

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 12. Nilai Reflektansi Berbagai Cacat Biji Kopi

CACAT BIJI KOPI	NILAI REFLEKTANSI PENDEKATAN
Buah kopi glondong	5.0
Sekam kopi	7.0
Biji hitam	7.5
Benda asing	9.0
Biji coklat	10.0
Biji hitam sebagian	13.0
Biji hitam pecah	15.0
Biji berlubang	45.0
Biji muda	50.0
Biji bertutul	54.0
Kulit tanduk	63.0
Biji Pecah sehat	64.0
Biji sehat	65.0

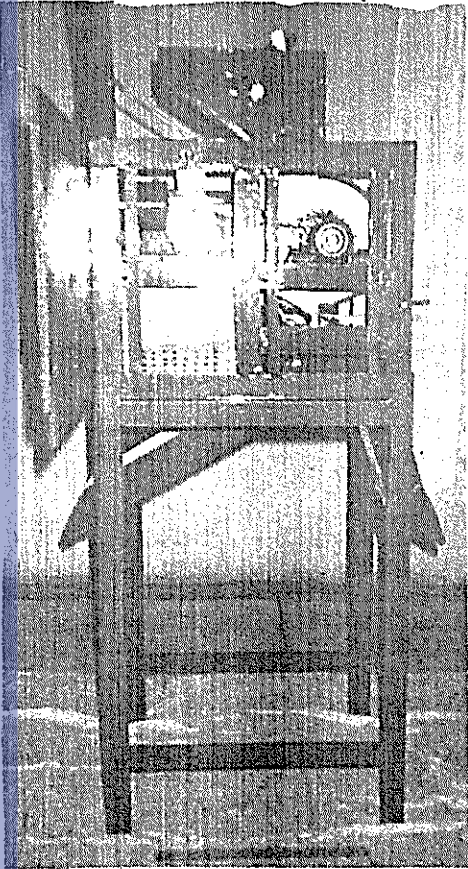
@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

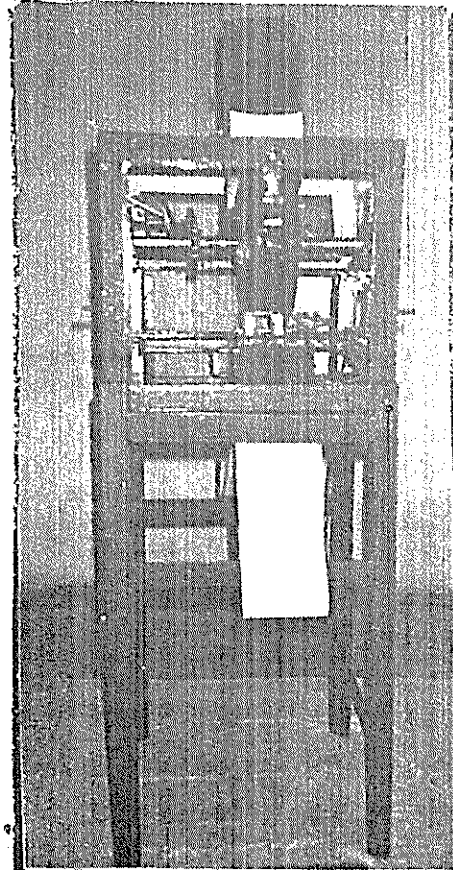
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB-University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 13. Gambar Foto Alat Sortasi Elektronik Biji Kering Coffea robusta

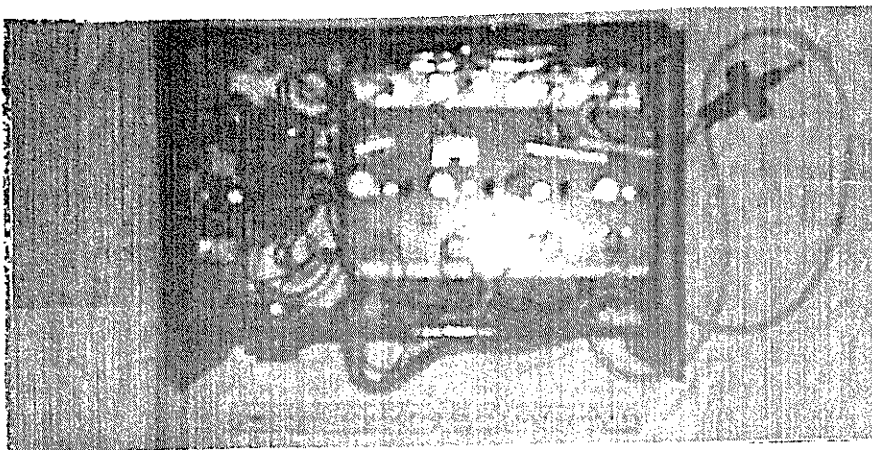
@Hak cipta milik IPB University



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING

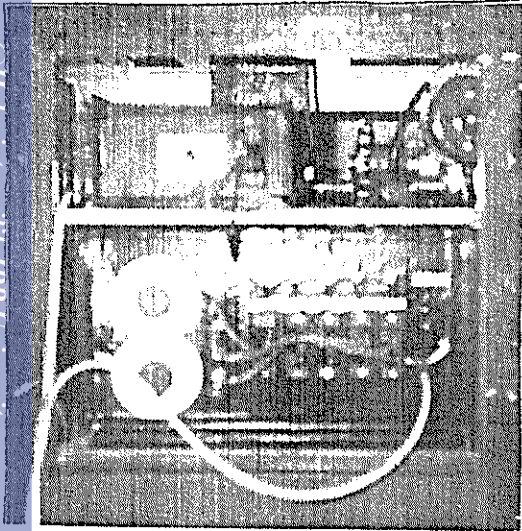


TAMPAK INTI ELEKTRONIK

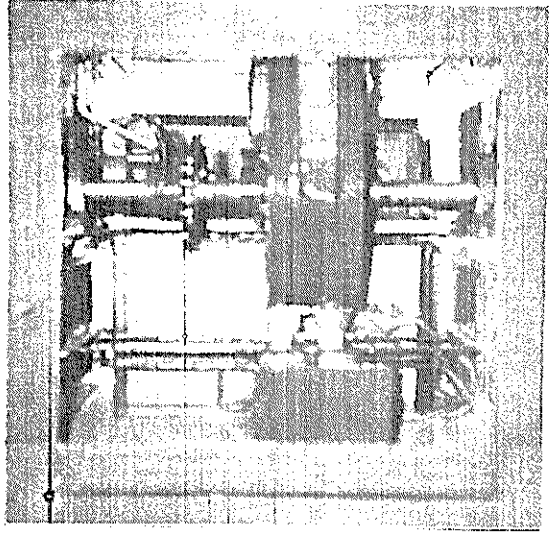
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 13. (Lanjutan)

Hak cipta milik IPB University



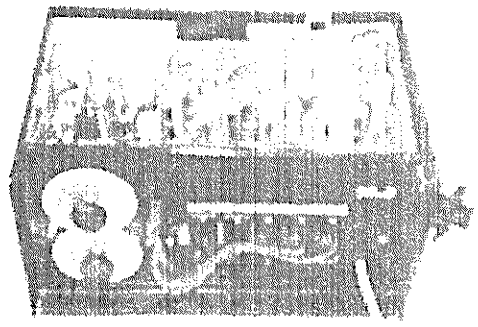
TAMPAK SAMPING KIRI



TAMPAK SAMPING KANAN



UNIT MEKANIK



TAMPAK DEPAN UNIT ELEKTRONIK

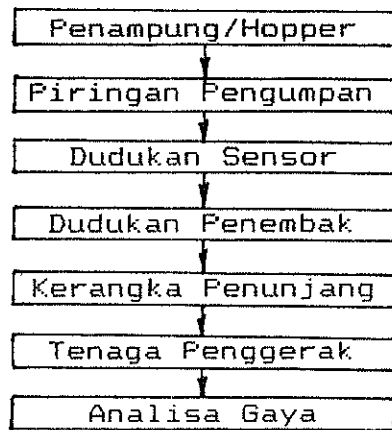
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

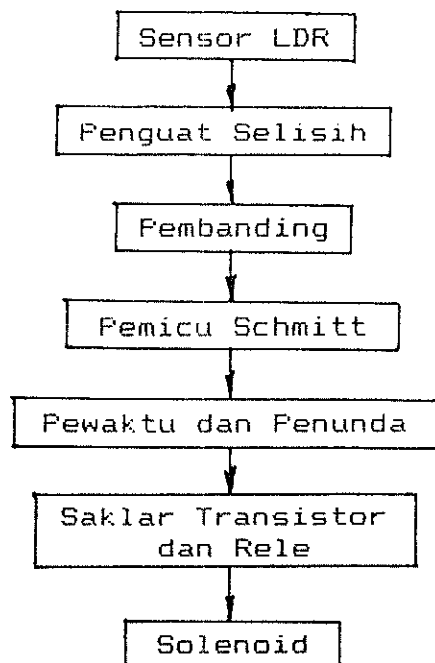
Lampiran 14. Bagan Alir Proses Perancangan Dan Cara-Kerja Alat Sortasi Biji Kopi

PROSES PERANCANGAN

UNIT MEKANIK

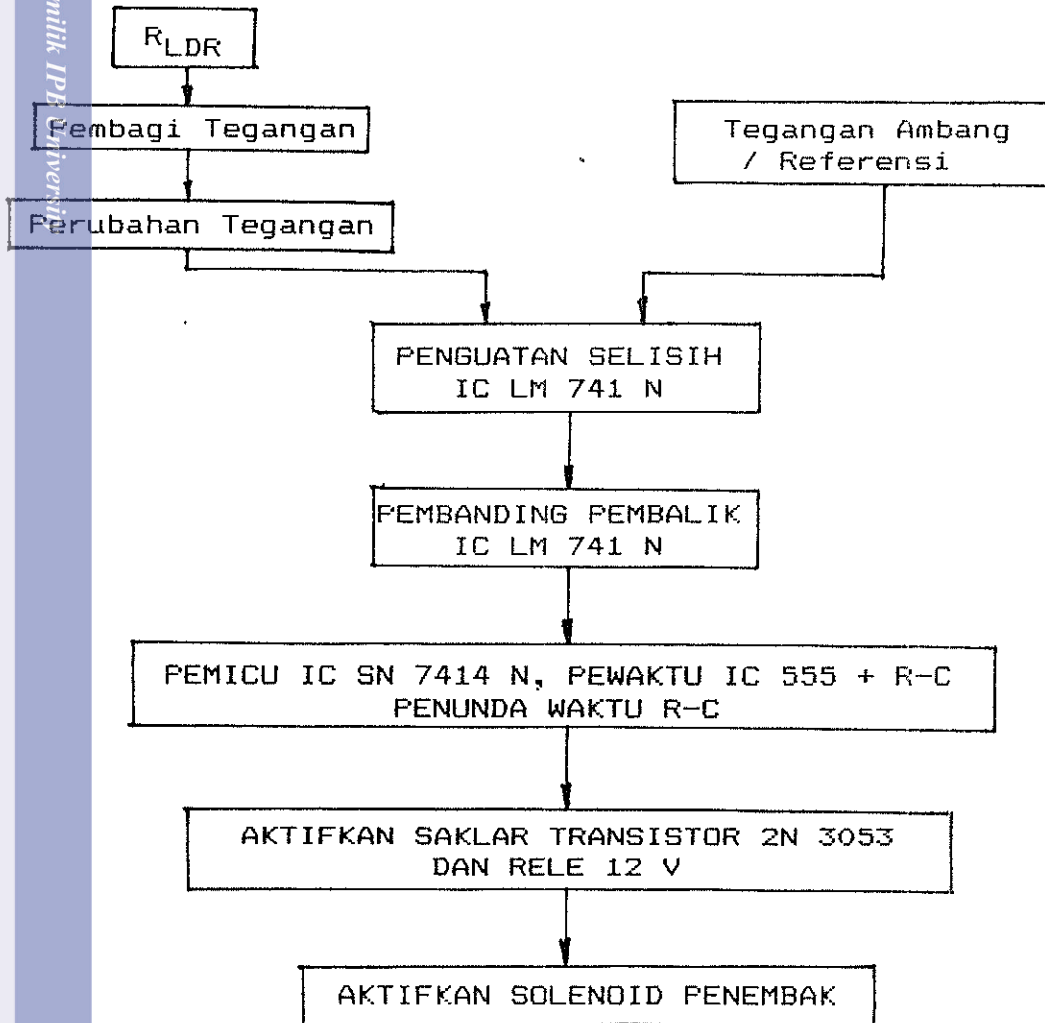


UNIT ELEKTRONIK



Lampiran 14. (Lanjutan)

CARA KERJA ALAT SORTASI BIJI KOPI
UNIT ELEKTRONIK



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR PUSTAKA

Amos, S.W., 1988. Kamus Elektronika. Penerbit PT Elek Media Komputindo, Jakarta.

Anonymous, 1960. Encyclopaedia Britanica Vol. 5. William Publishing, London.

-----, 1972. Human Engineering, Guide to Equipment Design. US Government Printing Office, Washington.

-----, 1976. Sortex 425, Preliminary Technical Manual. Gunsons Sortex Ltd., London.

-----, 1982. Standar Mutu Kopi Indonesia Berdasarkan Sistem Cacat. Makalah untuk Pertemuan Teknis Kopi V, Dir. Standarisasi, Normalisasi dan Pengendalian Mutu, Departemen Perdagangan. Cisarua, Indonesia, 23-24 Agustus 1982.

-----, 1984. Penerapan Aneka IC, TTL, CMOS, Linear. Binatronika, Bandung.

-----, 1989. Pemantapan Produksi Dalam Negeri dan Peningkatan Ekspor Komoditi Pertanian. Buku Panduan Paviliun Pertanian Indoproduct 89. Jakarta, Indonesia, 4-12 Februari 1989.

Biro Pusat Statistik, 1987. Buku Saku Statistika Indonesia 1987. Penerbit Biro Pusat Statistik, Jakarta.

Ciptadi, W. dan M.Z. Nasution, 1985. Pengolahan Kopi. Agroindustri Press, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB., Bogor.

Clifford, M.N. dan K.C. Willson, 1985. Coffee, Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Croam Helm, London.

Doebelin, E>O>, 1985. Measurement System, Application and Design IIed. McGraw-Hill Book Co., Singapore.

Hall, A.S. , A.R. Holowenko dan H.G. Loughlin, 1980. Theory and Problem of Mechine Design. Mc Graw-Hill Book Co., London.

Hanan, J.J., W.D. Holley dan K.L. Goldsberry, 1978. Greenhouse Management. Springer-Verlag, New York.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Henderson, S.M. dan R.L. Perry, 1976. *Agricultural Process Engineering*. The AVI Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Horowitz, P. dan W.R. Hill, 1984. *The Art of Electronics*. Cambridge University Press, London.
- Irfan, 1987. *Pengelompokan Kopi Rakyat Ekspor Berdasarkan Karakteristik Mutu Fisik Sistem Nilai Cacat*. Skripsi, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, IPB., Bogor.
- Kepner, R.A., R. Bainer dan E.L. Berger, 1982. *Principles of Farm Machinery*. The AVI Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Krutz, G., L. Thomson dan P. Claar, 1984. *Design of Agricultural Machinery*. John Willey and Sons, New York.
- Nash, W.A., 1983. *Strength of Materials*. Mc Graw-Hill Intl. Books Co., Singapore.
- Offner, F.F., 1967. *Electronics for Biologist*. Mc Graw-Hill Book Co. Inc., New York.
- Ogata, K., 1989. *Teknik Kontrol Otomatik (Sistem Pengaturan I)*. Terjemahan, Penerbit Erlangga.
- Plant, M. dan J. Stuart, 1985. *Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi*. PT Gramedia, Jakarta.
- Pratomo, M. dan K. Irwanto, 1983. *Alat dan Mesin Pertanian III*. Dir. Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Richey, C.B., P. Jacobson dan C.W. Hall, 1961. *Agriculture Engineer's Handbook*. Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Rowe, R.A., 1970. *Mechanical Technology*. Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Siregar, N., 1985. *Listrik Pertanian*. Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB., Bogor.
- Sivetz, M. dan N.W. Desrosier, 1979. *Coffee Technology*. The AVI Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Soejoto dan S. Basuki, 1980. *Teknik Elektronika Industri II*. Dir. Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Soetejo, R., 1975. Kopi. Penerbit Soeroengan, Jakarta.

Usher, M.J., 1985. Sensors and Transducers. Mc Millan Pub. Ltd., London.

Walpole, R.E., 1982. Introduction to Statistics. Mc Millan Pub. Co. Inc., New York.

Wasito, S., 1986. Elektronika Dalam Industri. Penerbit karya Utama, Jakarta.

Widowo, W., 1985. Evaluasi Karakteristik Berbagai Jenis Biji Kopi Cacat dan Sifat Organoleptik Seduhannya. Skripsi, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB., Bogor.

Willard, H.H., L.L. Merritt dan J.A. Dean, 1974. Instrumental Methods of Analysis. East-West Press PVT Ltd., New Delhi.

