

ALAT BANTU ANALISA *HEART RATE VARIABILITY*

oleh

Theodorus Leo Hartono

NIM : 612007006



Skripsi

Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

1956
Juli 2013



PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT DAN PERSETUJUAN AKSES

Sebagai sivitas akademik Universitas Kristen Satya Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : THEODORUS LEO HARTONO
NIM : 612007006 Email : theodorus.leo@gmail.com
Fakultas : FTEK Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Judul tugas akhir : ALAT BANTU ANALISA HEART RATE VARIABILITY

Dengan ini menyerahkan karya tersebut di atas untuk disimpan dalam Koleksi Digital Perpustakaan Universitas dengan ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak yang sesuai):

- a. Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Koleksi Digital Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA.
- b. Saya tidak mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Koleksi Digital Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA. *

* poin b harus dilampiri dengan surat dari Dekan/ Kaprodi atau pembimbing TA dengan diketahui oleh pimpinan fakultas yang menjelaskan alasan pilihan. Yang akan ditampilkan adalah halaman judul + abstrak.

Dengan ini saya juga menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Kristen Satya Wacana maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/ terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/ implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
5. Saya menyerahkan hak non-eksklusif kepada Perpustakaan Universitas – Universitas Kristen Satya Wacana untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik di atas dan norma hukum yang berlaku.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Kristen Satya Wacana.

29-8-2013
Tanggal penyerahan

Tanda tangan & nama terang pembimbing I

Mengetahui,

Theodorus Leo Hartono
Tanda tangan & nama terang mahasiswa

Dr. Iwan Setyawan
Tanda tangan & nama terang pembimbing II

ALAT BANTU ANALISA HEART RATE VARIABILITY

oleh

Theodorus Leo Hartono

NIM : 612007006

Skripsi ini telah diterima dan disahkan
Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

dalam

Konsentrasi Teknik Elektronika

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

Disahkan oleh

Pembimbing I



F. Dulu Setiaji, M.T.

Tgl. 11/7/2013

Pembimbing II



Dr. Iwan Setyawan

Tgl. 11/7/2013

1956

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Theodorus Leo Hartono

NIM : 612007006

JUDUL SKRIPSI : ALAT BANTU ANALISA *HEART RATE VARIABILITY*

Menyatakan bahwa skripsi tersebut di atas bebas plagiat. Apabila ternyata ditemukan unsure plagiat di dalam skripsi saya, maka saya bersedia mendapatkan sanksi apa pun sesuai aturan yang berlaku.

Salatiga, 1 Juli 2013



Theodorus Leo Hartono



INTISARI

Jantung merupakan salah satu organ vital pada tubuh manusia dengan fungsi yang sangat penting. Beberapa cara dilakukan untuk memantau kondisi jantung, salah satunya adalah *Heart Rate Variability*. Beberapa penelitian yang telah dilakukan belum dapat menunjukkan variabel-variabel dalam *Heart Rate Variability*.

Pada skripsi ini dibuat sebuah sistem gabungan perangkat keras dan perangkat lunak untuk merekam dan menghitung variabel-variabel yang dibutuhkan dalam analisa *Heart Rate Variability*. Ada dua macam analisa yang digunakan, yaitu analisa ranah waktu dan analisa ranah frekuensi. Kedua jenis analisa ini pernah digunakan pada *Kubios HRV version 2.0* yang dibuat oleh Mika P. Tarvainen dan Juha-Pekka Niskanen (2008) namun proses perekaman dilakukan terpisah.

Sistem yang dibuat menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak dalam proses perekaman dengan durasi 5 menit dan penghitungan variabel dalam *Heart Rate Variability*. Hasil penghitungan variabel-variabel dibandingkan dengan *Kubios HRV version 2.0*. Pengujian penghitungan ranah waktu membuahkan hasil yang memenuhi spesifikasi dengan prosentase 100%. Pengujian penghitungan ranah frekuensi membuahkan hasil yang memenuhi spesifikasi dengan prosentase 88,3%.

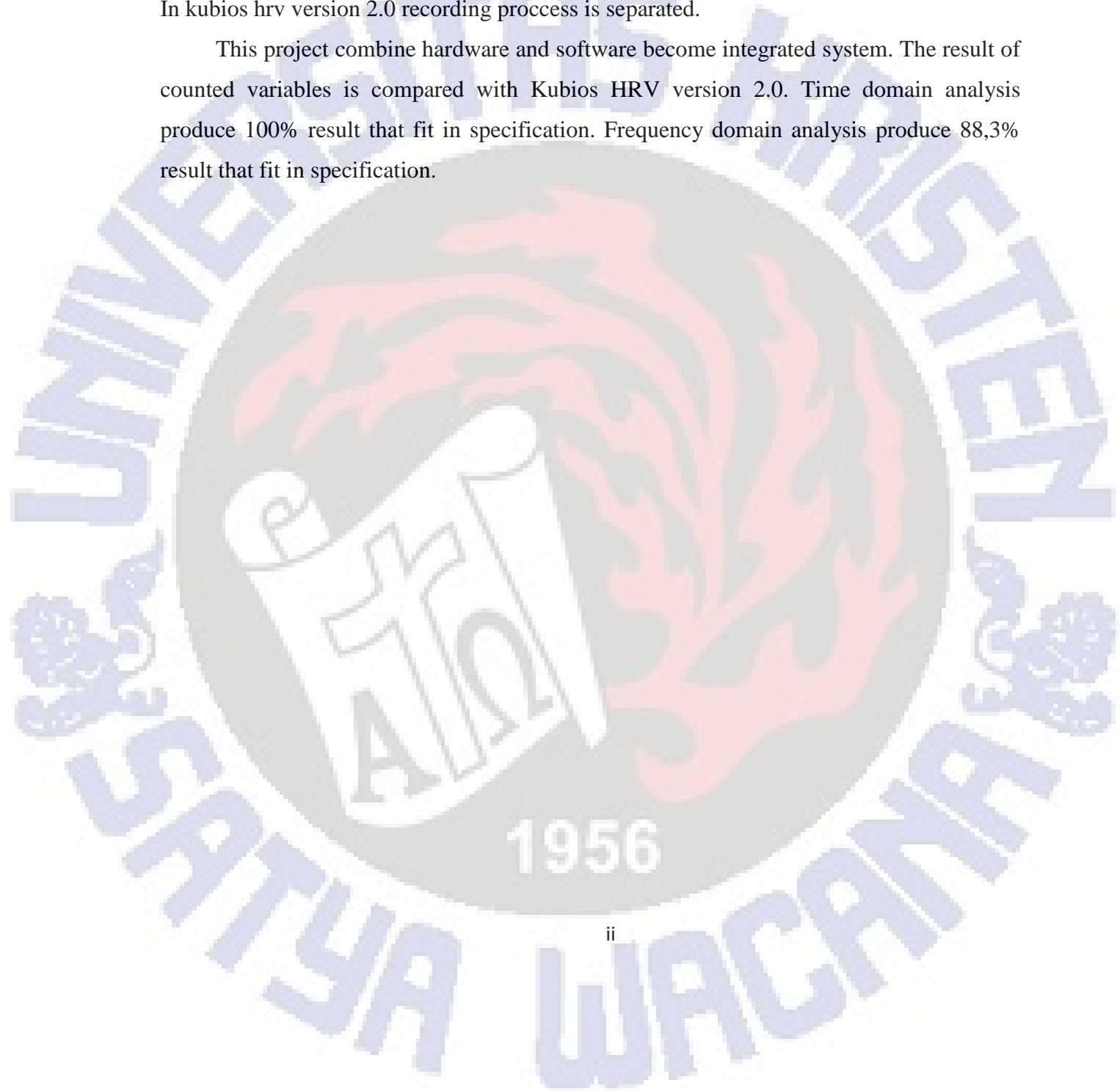


ABSTRACT

Heart is one of vital organs inside the human body which has important function to pump the blood. The condition of heart can be seen with many ways, like heart rate variability. Some project had been done to see the heart condition but cannot show heart rate variability variables.

In this project, a sistem that combined hardware and software has been made to record dan count variables needed for heart rate variability analysis. There are two kind of analysis in this method, time domain dan frequency domain. These method used in Kubios HRV version 2.0 which is made by Mika P. Tarvainen dan Juha-Pekka Niskanen (2008). In kubios hrv version 2.0 recording process is separated.

This project combine hardware and software become integrated system. The result of counted variables is compared with Kubios HRV version 2.0. Time domain analysis produce 100% result that fit in specification. Frequency domain analysis produce 88,3% result that fit in specification.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan penyertaanNya selama penulis kuliah dan menyelesaikan skripsi ini di Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga.

Ungkapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang mendukung dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Mama dan adik saya, Dina, atas dukungan dan doanya sehingga saya dapat menyelesaikan studi S1.
2. Pakdhe Wahyono dan Budhe Eli serta keluarga di Salatiga yang juga telah mendukung saya selama studi di Salatiga.
3. Majelis GKI Muntilan yang telah memberikan bantuan pendidikan kepada saya selama 5 tahun.
4. Suryo Santoso yang telah memberikan ide awal tentang topik skripsi.
5. Bapak F. Dalu Setiaji, M. T. serta Bapak Dr. Iwan Setyawan selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan revisi-revisi dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Bapak Mika P. Tarvainen dan Bapak George Moody yang membantu saya dengan membalas *email* yang saya kirim dan Mas Bayu W. Sasongko atas bantuannya.
7. Pak Bambang atas pinjaman Laboratorium AT-6 selama pengerjaan skripsi ini dan Pak Daniel Santoso atas pinjaman kabel ekg.
8. Teman-teman yang bersedia menguji alat bersama-sama, Evan, Iyus, Heri, Putu, Toras, Ryan, Winan, Richard, Suryo, BO , Hendry, Eko serta teman-teman lainnya, Codot, T-posh, Robot, Pak Muh. Segeralah menyusul bagi yang belum.

Penulis telah berusaha sebaik mungkin dalam pengerjaan skripsi ini, namun skripsi ini tidak lepas dari kekurangan baik dari pengerjaan maupun penulisan. Untuk itu penulis berharap adanya saran dan perbaikan.

Salatiga, Juli 2013

Penulis

1956

DAFTAR ISI

Halaman Intisari	i
Halaman Abstract	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Tujuan	1
1.2. Latar Belakang	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Sistematika Penulisan	2
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Elektrokardiogram	4
2.2. Heart Rate Variability	5
2.3. Mikrokontroler ATmega8	7
2.4. Timer/Counter	8
2.4.1. 8 Bit Timer/Counter 0	8
2.4.2. 8 Bit Timer/Counter 2	9
2.4.3. 16 Bit Timer/Counter 1	10
2.5. Analog to Digital Converter (A/D Converter)	11
2.5.1. ADC Multiplexer Selection Register (ADCMUX)	12
2.5.2. ADC Control and Status Register (ADCSRA)	12
2.6. Komunikasi Serial	12
2.6.1. USART Data Register (UDR)	13
2.6.2. USART Control and Status Register A (UCSRA)	13
2.6.3. USART Control and Status Register B (UCSRB)	13
2.6.4. USART Control and Status Register C (UCSRC)	14
2.6.5. USART Baud Rate Register – UBRR1 dan UBRR2	14
2.7. Operational Amplifier	14
2.8. Penguat Instrumentasi AD620	15
2.9. Tapis	16

2.9.1. Tapis Lolos Tinggi (High Pass Filter)	16
2.9.2. Tapis Lolos Rendah (Low Pass Filter)	18
2.9.3. Tapis Notch (Notch Filter)	19
BAB III PERANCANGAN	21
3.1. Gambaran Alat	21
3.2. Perancangan Perangkat Keras	21
3.2.1. Penguat Instrumentasi AD620	22
3.2.2. Tapis Lolos Tinggi 0,05Hz	22
3.2.3. Tapis Lolos Rendah 100Hz	24
3.2.4. Notch Filter 50Hz	25
3.2.5. Rangkaian Penyangga atau Buffer	25
3.2.6. Rangkaian DC offset	26
3.2.7. Modul Mikrokontroler ATmega8	27
3.2.8. Modul Komunikasi Serial RS-232	28
3.3. Perancangan Perangkat Lunak	29
3.3.1. Proses Perekaman Sinyal Jantung	29
3.3.2. Program PC	30
3.3.3. Analisa Ranah Waktu	32
3.3.4. Analisa Ranah Frekuensi	33
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Pengujian Perangkat Keras	35
4.1.1. Pengujian Perangkat Keras Secara Terpisah	35
4.1.1.1. Pengujian Tapis Lolos Rendah 100Hz	35
4.1.1.2. Pengujian Tapis Notch 50Hz	37
4.1.1.3. Pengujian DC offset	38
4.1.1.4. Pengujian Modul Rangkaian Penyangga atau Buffer	38
4.1.1.5. Pengujian Mikrokontroler dan Komunikasi Serialnya	39
4.1.2. Pengujian Perangkat Keras Keseluruhan	40
4.2. Pengujian Perangkat Lunak	44
4.2.1. Pengujian Penerimaan Data Serial	44
4.2.2. Pengujian Mendeteksi Puncak	44
4.2.3. Pengujian Analisa Ranah Waktu	46
4.2.4. Pengujian Analisa Ranah Frekuensi	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran Pengembangan	52
Daftar Pustaka	53
LAMPIRAN	
A. Dokumentasi Alat	55
B. Penggunaan Alat	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sinyal EKG	4
Gambar 2.2. Pembagian Frekuensi oleh American Heart Association	5
Gambar 2.3. Analisa ranah frekuensi terhadap tindakan yang berbeda	6
Gambar 2.4. Konfigurasi pin IC Mikrokontroler ATmega8	7
Gambar 2.5. Register TCCR0	8
Gambar 2.6. Register TCNT0	8
Gambar 2.7. Register TIMSK	8
Gambar 2.8. Register TIFR	8
Gambar 2.9. Register TCCR2	9
Gambar 2.10. Register TCNT2	9
Gambar 2.11. Register OCR2	10
Gambar 2.12. Register TCCR1A	10
Gambar 2.13. Register TCCR1B	10
Gambar 2.14. Register TCNT1	10
Gambar 2.15. Register OCR1A dan Register OCR1B	11
Gambar 2.16. Register ICR1	11
Gambar 2.17. Register ADMUX	12
Gambar 2.18. Register ADCSRA	12
Gambar 2.19. Register UDR	13
Gambar 2.20. Register UCSRA	13
Gambar 2.21. Register UCSRB	13
Gambar 2.22. Register UCSRC	14
Gambar 2.23. Register UBRR	14
Gambar 2.24. Konfigurasi pin IC operational amplifier	14
Gambar 2.25. Konfigurasi pin AD620	15
Gambar 2.26. Tanggapan frekuensi tapis lolos tinggi	16
Gambar 2.27. Gambar untai tapis lolos tinggi Multiple Feedback orde 2	16
Gambar 2.28. Tanggapan frekuensi tapis lolos rendah	18
Gambar 2.29. Rangkaian tapis lolos rendah Multiple Feedback orde 2	18
Gambar 2.30. Tanggapan frekuensi tapis <i>Notch</i>	19
Gambar 2.31. Rangkaian tapis <i>Notch</i>	19

Gambar 3.1. Modul alat yang akan dirancang	21
Gambar 3.1. Rangkaian penguat instrumentasi AD620	22
Gambar 3.2. Rangkaian tapis lolos tinggi 0,05Hz	22
Gambar 3.3. Rangkaian tapis lolos rendah 100Hz	24
Gambar 3.4. Rangkaian <i>Notch Filter</i> 50Hz	25
Gambar 3.5. Rangkaian Penyangga	25
Gambar 3.6. Rangkaian <i>DC offset</i>	26
Gambar 3.7. Rangkaian Mikrokontroler ATmega8	27
Gambar 3.8. Rangkaian Modul Komunikasi Serial RS-232	28
Gambar 3.9. Diagram alir program mikrokontroler	29
Gambar 3.10. Diagram alir program PC.....	31
Gambar 3.11. Tampilan program PC	32
Gambar 4.1. Tanggapan frekuensi tapis lolos rendah 100 Hz	37
Gambar 4.2. Tanggapan frekuensi tapis <i>Notch</i> 50 Hz	38
Gambar 4.3. Sinyal keluaran rangkaian <i>DC offset</i>	39
Gambar 4.4. Sinyal keluaran rangkaian penyangga	39
Gambar 4.5. Diagram alir program pengujian mikrokontroler	40
Gambar 4.6. Sinyal keluaran dari penguat instrumentasi AD620	41
Gambar 4.7. Sinyal keluaran dari tapis <i>Notch</i> 50Hz	41
Gambar 4.8. Sinyal keluaran dari tapis lolos tinggi 0.05Hz	43
Gambar 4.9. Sinyal keluaran dari tapis lolos rendah 100Hz	43
Gambar 4.10. Sinyal keluaran dari rangkaian <i>DC offset</i>	44
Gambar 4.11. Data serial yang diterima dari untai ECG	45
Gambar A.1. Alat tampak depan	56
Gambar A.2. Alat tampak samping kanan	56
Gambar A.3. Untai ECG	56
Gambar A.4. Modul mikrokontroler	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Koefisien untuk merancang filter orde 4 <i>Butterworth</i>	17
Tabel 4.1. Hasil pengujian tapis lolos rendah 100 Hz	37
Tabel 4.2. Hasil pengujian tapis <i>Notch</i> 50 Hz	38
Tabel 4.3. Pengujian Mendeteksi Puncak	45
Tabel 4.4. Perbandingan dengan OMRON REM-1	46
Tabel 4.5. Pengujian Penghitungan Mean RR	47
Tabel 4.6. Pengujian Penghitungan SDNN	47
Tabel 4.7. Pengujian Penghitungan RMSSD	47
Tabel 4.8. Pengujian Penghitungan NN50	48
Tabel 4.9. Pengujian Penghitungan pNN50	48
Tabel 4.10. Pengujian Perhitungan Daya pada <i>Very Low Frequency</i>	49
Tabel 4.11. Pengujian Perhitungan Daya pada <i>Low Frequency</i>	49
Tabel 4.12. Pengujian Perhitungan <i>High Frequency</i>	50
Tabel 4.13. Pengujian Perhitungan Perbandingan LF dan HF	50
Tabel 4.14. Pengujian Perhitungan LF(nu)	51
Tabel 4.15. Pengujian Perhitungan HF(nu)	51

