



INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

JALAN GANESHA NO. 10 Gedung Labtek V Lantai 2 ☎ (022)2508135-36, 📠 (022)2500940
BANDUNG 40132

Dokumentasi Produk Tugas Akhir

Lembar Sampul Dokumen

Judul Dokumen	TUGAS AKHIR TEKNIK ELEKTRO: <i>Pengembangan Sistem Deteksi Dini Retinopathy Diabetes dengan Smartphone</i>
Jenis Dokumen	SPESIFIKASI <small>Catatan: Dokumen ini dikendalikan penyebarannya oleh Prodi Teknik Elektro ITB</small>
Nomor Dokumen	B200-01-TA1617.01.068
Nomor Revisi	01
Nama File	B200
Tanggal Penerbitan	14 June 2017
Unit Penerbit	Prodi Teknik Elektro - ITB
Jumlah Halaman	12 (termasuk lembar sampul ini)

Data Pemeriksaan dan Persetujuan				
Ditulis Oleh	Nama	Amalia Lupitasari	Jabatan	Anggota
	Tanggal	7 Oktober 2016	Tanda Tangan	
	Nama	Yongky Purnomo	Jabatan	Anggota
	Tanggal	7 Oktober 2016	Tanda Tangan	
	Nama	Lutfi Bukhari	Jabatan	Anggota
	Tanggal	7 Oktober 2016	Tanda Tangan	
Disetujui Oleh	Nama	Dr. Hasballah Zakaria S.T., M.Sc.	Jabatan	Pembimbing
	Tanggal	7 Oktober 2016	Tanda Tangan	

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN	3
PROPOSAL PROYEK PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI DINI RETINOPATHY DIABETES DENGAN SMARTPHONE.....	4
1 PENGANTAR	4
1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN.....	4
1.2 TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI/KEGUNAAN DOKUMEN	4
1.3 REFERENSI	4
1.4 DAFTAR SINGKATAN.....	4
2 SPESIFIKASI.....	5
2.1 DEFINISI, SPESIFIKASI DAN FUNGSI DARI SOLUSI.....	5
2.2 SPESIFIKASI TUGAS AKHIR.....	5
2.3 PENJELASAN FUNGSI, FEATURE, DAN SPESIFIKASI.....	5
2.4 DESIGN.....	8
2.5 BIAYA DAN JADWAL.....	10

Catatan Sejarah Perbaikan Dokumen

VERSI, TGL, OLEH	PERBAIKAN
1, 15 Oktober 2016, Lutfi Bukhari	Jadwal
1, 5 Mei 2017, Amalia Lupitasari	Spesifikasi, Penjelasan fungsi, fitur, dan verifikasi, Desain (<i>Software</i>)

Proposal Proyek Pengembangan Sistem Deteksi Dini Retinopathy Diabetes dengan Smartphone

1 Pengantar

1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN

Secara keseluruhan, dokumen B200 ini merupakan proposal proyek tugas akhir yang kami ajukan, yaitu *Pengembangan Sistem Deteksi Dini Retinopathy Diabetes dengan Smartphone*. Dalam dokumen ini terdapat dua bab, yaitu:

- Bab 1 yaitu pengantar, berisi ringkasan isi dokumen, tujuan penulisan dan aplikasi dokumen, referensi, serta daftar singkatan yang digunakan dalam dokumen.
- Bab 2 yaitu isi utama dari dokumen B200, berisi definisi, fungsi, dan spesifikasi dari solusi yang ditawarkan terkait masalah yang diangkat, spesifikasi produk pada tugas akhir, penjelasan fungsi, fitur, dan verifikasi produk yang akan dikembangkan, desain produk, serta rencana biaya dan jadwal pengerjaan tugas akhir.

1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Tujuan dari penulisan dokumen B200 ini adalah sebagai berikut:

- Memberikan penjelasan mengenai spesifikasi produk deteksi dini retinopathy diabetes menggunakan *smartphone* beserta fitur, desain, serta rencana verifikasinya.
- Sebagai tahap lanjut dalam proses pembuatan produk, dalam hal ini merupakan lanjutan dari dokumen B100, untuk dikembangkan dalam tahap selanjutnya.

1.3 REFERENSI

[1] American Academy of Ophthalmology, "International Clinical Diabetic Retinopathy Disease Severity Scale", October 2002

[2] Christopher E. Hann, James A. Revie, Darren Hewett, J. Geoffrey Chase, Geoffrey M. Shaw, "Screening for Diabetic Retinopathy Using Computer Vision and Physiological Markers", *Journal of Diabetes Science and Technology*, July 2009

[3] Sergio Bortolin Junior, Daniel Welfer, "Automatic Detection of Microaneurysms and Hemorrhages in Color Eye Fundus Images", *International Journal of Computer Science and Information Technology Vol.5, No. 5*, October 2013

[4] Vidyasari, Rahmanita. *Algoritma Vessel Enhancement pada Filter Mikroaneurisma Citra Retina Digital untuk Klasifikasi Retinopati Diabetes Nonproliferatif*. Institut Teknologi Bandung, 2011, Bandung.

1.4 DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	ARTI
IRMA	<i>Intra-Retinal Microvascular Abnormalities</i>
NPDR	<i>Non-Proliferative Diabetic Retinopathy</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>

2 SPESIFIKASI

2.1 Definisi, Fungsi dan Spesifikasi dari Solusi

Pada proyek ini, akan dibuat suatu sistem yang dapat mendeteksi dini penyakit retinopathy diabetes menggunakan *smartphone*. Sistem ini dapat menggantikan sistem deteksi retinopathy diabetes konvensional yang memerlukan kamera oftalmoskopi yang sangat mahal serta penggunaannya terbatas, bahkan di kalangan kedokteran itu sendiri. Melalui sistem ini, deteksi dini penyakit retinopathy diabetes dapat dilakukan dengan mudah dan terjangkau.

Sistem yang akan dikembangkan ini terdiri dari perangkat tambahan berupa lensa yang dapat dihubungkan ke kamera *smartphone* serta aplikasi pada *smartphone*. Citra fundus retina akan diambil melalui kamera *smartphone* dengan bantuan lensa yang dihubungkan ke *smartphone* sehingga didapatkan citra yang jelas dan sesuai untuk deteksi. Citra yang telah diambil tersebut kemudian akan diolah. Setelah itu, aplikasi dapat menentukan bagaimana kondisi pasien, apakah normal atau mengidap retinopathy diabetes.

2.2 Spesifikasi Tugas Akhir

Secara umum, spesifikasi produk pada tugas akhir ini sama seperti pada poin 2.1. Lebih detailnya, kebutuhan pada produk tugas akhir ini yaitu:

- Produk dapat menangkap citra fundus retina dengan jelas.
Hal ini dapat dicapai dengan pemasangan perangkat tambahan yang terdiri dari lensa gabungan yang dibungkus dalam suatu *casing* sehingga dapat dipasang dengan baik pada *smartphone*.
- Produk dapat mengolah citra fundus retina yang telah diambil untuk kemudian mendeteksi ada tidaknya penyakit melalui citra tersebut.
- Produk dapat memberikan hasil apakah pihak yang diperiksa menderita penyakit retinopathy diabetes atau tidak, serta menginformasikan level penyakit bila memang pihak yang diperiksa terdeteksi mengidap retinopathy diabetes.
- Produk dapat menyimpan data hasil pendeteksian dalam suatu *database*.

2.3 Penjelasan fungsi, feature, dan verifikasi

Menggunakan lensa yang terpasang pada kamera *smartphone*, sistem yang akan dikembangkan ini harus dapat mengambil citra fundus retina secara jelas agar deteksi dini terhadap penyakit retinopathy diabetes dapat dilakukan dengan baik. Deteksi dilakukan terhadap ada tidaknya ketidaknormalan berupa mikroaneurisme dan *hemorrhage* pada citra retina. Dengan demikian, tipe retinopathy diabetes yang dapat dideteksi pada sistem ini dibatasi pada jenis retinopathy diabetes non-proliferasif (NPDR). Penjelasan mengenai tipe-tipe pada retinopathy diabetes akan dibahas kemudian.

Setelah citra retina tertangkap, citra tersebut haruslah dapat dibuka pada suatu aplikasi yang dapat memberitahukan kondisi pengguna, apakah terdeteksi penyakit retinopathy diabetes atau tidak, dan pada tingkat *grading* berapa bila pengguna terdeteksi mengidap retinopathy diabetes. Citra serta hasil deteksi haruslah dapat disimpan pada *database* dalam aplikasi tersebut.

Lensa sebagai perangkat tambahan yang dipasangkan ke *smartphone* akan memiliki *casing* sehingga lebih mudah untuk dipasangkan ke *smartphone*. Untuk aplikasi yang digunakan, aplikasi pada *smartphone* baru dapat digunakan untuk *smartphone* Android saja.

Untuk memastikan sistem bekerja dengan baik, perlu dilakukan verifikasi terhadap sistem yang dikembangkan. Sistem dijalankan dengan cara sebagai berikut:

- Pengambilan citra fundus retina:

Pengguna memasang perangkat tambahan berupa lensa pada kamera *smartphone* kemudian membuka aplikasi sistem pada *smartphone*. Pengguna kemudian mendaftarkan diri pada aplikasi tersebut, memilih menu '*Retinal Screening*' untuk memulai deteksi, lalu mengisi biodata. Setelah itu, pengguna memilih menu '*Select Image*' dan mengarahkan lensa ke retina pihak yang akan diperiksa hingga muncul tampilan fundus retina pada layar. Selanjutnya pengguna tinggal mengambil gambar tersebut.

- Deteksi retinopathy diabetes:

Setelah citra fundus retina didapatkan, pengguna memilih opsi '*Process*' sehingga aplikasi mendeteksi berdasarkan citra yang telah diambil apakah pihak yang diperiksa menderita retinopathy diabetes atau tidak, serta seberapa parah kondisi pihak yang diperiksa bila terdeteksi mengidap penyakit retinopathy diabetes. Hasil deteksi, data diri pasien, serta citra hasil pengambilan kemudian disimpan dalam suatu *database*.

Verifikasi untuk sistem ini dapat dilakukan dengan pengujian beberapa hal berikut:

- Pengujian pengambilan citra fundus retina

Citra fundus retina dikatakan berhasil diambil bila melalui lensa tambahan yang terpasang pada kamera *smartphone* citra terlihat jelas. Yang dimaksud citra fundus retina adalah seperti gambar berikut.

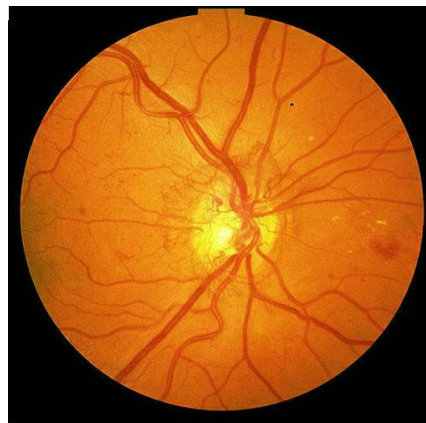


Fig. 25. A view of the fundus of the eye and of the retina in a patient who has advanced diabetic retinopathy.

Gambar 2.1 Citra Fundus Retina (sumber:
<http://webvision.med.utah.edu/imageswv/Diabretina.jpeg>)

- Pengujian dapat masuknya pengguna pada aplikasi

Pada halaman awal aplikasi, terdapat menu untuk masuk (*sign in*) dan pilihan untuk mendaftarkan diri (*sign up*) bila pengguna belum mendaftar. Proses deteksi penyakit baru dapat dijalankan bila pengguna telah masuk pada aplikasi tersebut.

- Pengujian dapat dipilihnya menu-menu pada halaman utama

Setelah memasuki aplikasi, pengguna akan diantarkan ke halaman utama yang terdiri dari berbagai menu yaitu menu untuk melakukan deteksi (*'Retinal Screening'*), melihat hasil deteksi yang telah dilakukan sebelumnya (*'Log'*), deskripsi singkat mengenai aplikasi (*'About'*), halaman untuk bantuan (*'Help'*), serta untuk keluar dari aplikasi (*'Sign Out'*).

- Pengujian dapat diisinya data diri pasien pada aplikasi

Sebelum memulai deteksi, pasien akan diminta memasukkan data dirinya seperti nama, jenis kelamin, serta umur. Setelah semua data ini terisi, pengguna baru dapat melakukan deteksi.

- Pengujian dapat diambilnya citra retina serta menampilkan hasil pengambilan gambar di aplikasi

Setelah pengguna ataupun pasien memasukkan semua data yang diminta, pengguna dapat memasukkan gambar retina melalui menu *'Select Image'*, yang setelah memilih menu ini pengguna akan terhubung dengan kamera *smartphone* sehingga gambar retina dapat diambil. Setelah pengguna mengambil gambar, gambar yang diambil tersebut akan secara otomatis ditampilkan pada aplikasi.

- Pengujian deteksi penyakit oleh aplikasi sistem

Setelah gambar diambil, proses pengolahan citra akan dilakukan untuk menentukan *grading* retinopathy diabetes yang diderita. Sistem dapat dikatakan berhasil bila deteksi penyakit retinopathy diabetes sudah tepat, yaitu bila citra fundus retina terlihat normal maka pada aplikasi akan muncul pemberitahuan bahwa pihak yang diperiksa normal (tidak menderita retinopathy diabetes), sedangkan bila terdapat ketidaknormalan pada retina maka akan muncul peringatan untuk berhati-hati atau segera menghubungi dokter spesialis mata karena terdeteksi mengidap retinopathy diabetes.

Adapun klasifikasi penyakit retinopathy diabetes yaitu:

Level	Kemunculan Ketidaknormalan pada Citra Fundus Retina
<i>Normal</i>	Tidak ada ketidaknormalan
<i>Mild NPDR</i>	Mikroaneurisme
<i>Moderate NPDR</i>	Mikroaneurisme (dalam jumlah yang lebih banyak)
<i>Severe NPDR</i>	Salah satu dari ketidaknormalan berikut: <ul style="list-style-type: none"> - Adanya pendarahan intraretinal di setiap kuadran - <i>Definite venous beading</i> di dua kuadran - IRMA di satu kuadran
<i>Proliferative</i>	Salah satu dari ketidaknormalan berikut: <ul style="list-style-type: none"> - Adanya neovaskularisasi - Pendarahan preretinal

Tabel 2.1 *Grading* Retinopathy Diabetes Beserta Gejala Ketidaknormalan yang Muncul pada Retina

Namun demikian, seperti yang telah disebutkan sebelumnya, jenis penyakit retinopathy diabetes yang dapat dideteksi pada sistem ini dibatasi pada retinopathy diabetes non-proliferatif. Pembatasan ini dilakukan karena sistem yang dikembangkan merupakan sistem deteksi dini, sehingga diharapkan kondisi pasien belum mencapai proliferaatif (sangat parah). Secara umum, gejala ketidaknormalan yang muncul pertama-tama adalah mikroaneurisme, kemudian *hemorrhage*, baru setelah itu neovaskularisasi (pembentukan pembuluh darah baru) bila keadaannya sudah sangat parah. Pengolahan citra untuk citra retina pada sistem ini sendiri berfokus pada deteksi ada tidaknya mikroaneurisme dan *hemorrhage* (pendarahan).

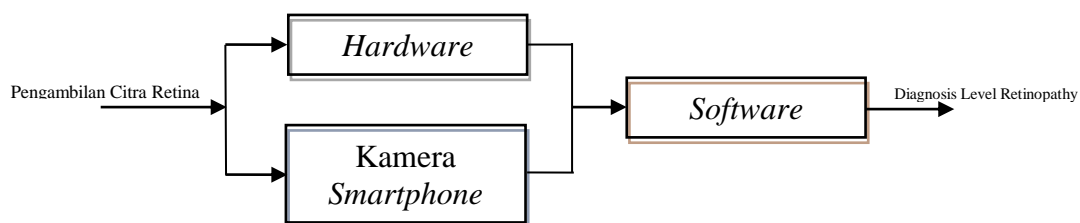
Pasien akan diberitahukan kondisinya melalui kalimat yang muncul setelah deteksi dilakukan. Terdapat tiga kalimat berbeda pada pemberitahuan ini, yang dibedakan berdasarkan kondisi pasien. Bila pasien terdeteksi normal, akan muncul kalimat yang memberitahukan bahwa pasien terdeteksi normal. Bila pasien terdeteksi *mild*, akan muncul kalimat yang memberitahukan bahwa sebaiknya pasien berhati-hati karena sudah mulai terdeteksi ketidaknormalan di mata. Sedangkan bila pasien terdeteksi *moderate* atau *severe*, akan muncul peringatan untuk sebaiknya menghubungi dokter spesialis mata secepatnya karena terdeteksi retinopathy diabetes yang sudah mulai parah.

- Pengujian tersimpannya data hasil deteksi

Pengguna dapat membuka kembali hasil deteksi yang telah dilakukan dengan adanya *database* pada aplikasi. Data yang disimpan termasuk citra yang telah diambil, hasil deteksi, data diri pihak yang diperiksa, serta waktu dilakukannya pendeteksian. Pengguna dapat melihat data ini pada menu 'Log' yang tersedia. Pada data *Log* ini, hasil deteksi yang ditampilkan lebih detail dari pemberitahuan yang muncul ketika deteksi pertama kali dilakukan. Hasil deteksi mencakup jumlah mikroaneurisma, *hemorrhage dot*, serta *hemorrhage blot*. Selain itu, deteksi yang ditampilkan berupa *grading* (*Normal*, *Mild*, *Moderate*, *Severe*), tidak seperti hasil yang ditampilkan ketika pengguna pertama kali melakukan deteksi.

2.4 Design

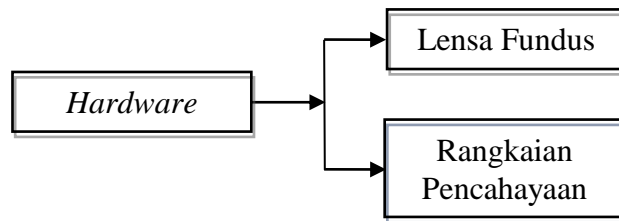
Perancangan alat deteksi dini retinopathy diabetes memiliki sistem yang digambarkan dalam diagram blok dibawah ini:



Gambar 2.2 Diagram Blok Sistem

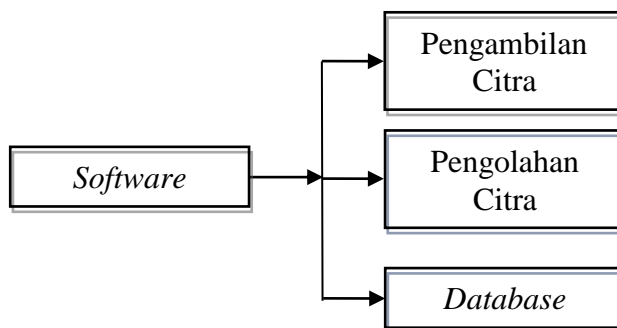
Input dari alat yang dirancang adalah sebuah citra retina. *Smartphone* digunakan sebagai devais utama pengambilan citra retina. Dalam pengambilan citra, *smartphone* akan menggunakan perangkat tambahan berupa devais yang terdiri dari lensa fundus dan pencahayaan. Lensa fundus dan pencahayaan digunakan untuk mendapatkan hasil optimal citra retina. Selanjutnya citra tersebut akan diproses pada aplikasi untuk menentukan level retinopathy diabetes pengguna.

Kamera *smartphone* merupakan alat utama yang digunakan untuk mendapatkan citra retina mata. Kamera yang akan digunakan tidak memiliki spesifikasi khusus. Kamera dengan kualitas lebih akan memberikan kualitas citra yang lebih berkualitas pula. Semakin baik kualitas citra retina maka semakin baik pula pengolahannya.



Gambar 2.3 Blok *Hardware*

Hardware merupakan kit portabel dengan *holder* yang dapat digunakan di berbagai jenis *smartphone*. *Hardware* terdiri dari perangkat lensa fundus dan rangkaian pencahayaan. Lensa fundus merupakan lensa cekung cembung, sehingga tercipta bayangan diperbesar. Sedangkan rangkaian dalam *hardware* hanya sebuah rangkaian LED. Rangkaian LED digunakan untuk membantu menangkap citra retina. Sumber daya listrik didapatkan dari baterai yang dapat diisi kembali. Jenis baterai yang akan digunakan adalah baterai lithium ion.



Gambar 2.4 Blok Diagram *Software* Sistem

Software digunakan untuk mengolah dan menyimpan hasil uji retinopathy diabetes. *Software* terdiri dari beberapa fungsi: pengambilan citra retina, pengolahan citra, dan database berintegrasi.

Pengambilan citra dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu kamera dan penyimpanan internal *smartphone*. Pengambilan citra akan terkait dengan pengolahan citra (diagnosis). Setelah memasukkan citra retina, pengguna akan masuk ke fungsi pengolahan.

Pengolahan dilakukan dengan dasar pengolahan citra digital. Objek yang dideteksi adalah pembuluh darah mata, *optical disc*, bentuk retina mata, mikroaneurisme serta *hemorrhage* (pendarahan) baik *dot hemorrhage* maupun *blot hemorrhage* yang muncul akibat pecahnya pembuluh darah. Pada dasarnya, mikroaneurisme maupun *hemorrhage* keduanya muncul akibat pecahnya pembuluh darah, namun yang membedakan adalah ukurannya. Mikroaneurisme sangatlah kecil, sedangkan *hemorrhage* lebih besar. *Hemorrhage* sendiri dibedakan lagi berdasarkan ukurannya menjadi *dot hemorrhage* dan *blot hemorrhage*. *Blot hemorrhage* memiliki ukuran yang lebih besar daripada *dot hemorrhage*, sedangkan ukuran *dot hemorrhage* sendiri lebih besar dari mikroaneurisme namun lebih kecil dari *blot hemorrhage*.

Urutan pengolahan citra retina pada sistem lebih kurang adalah sebagai berikut:

1. *Pre-processing* untuk mengurangi *noise* dengan tujuan memperbaiki kualitas citra yang diolah.
2. Deteksi Pembuluh Darah
 - Penerapan *filter* untuk mendeteksi pembuluh darah yaitu Frangi *Filter*
 - Penghilangan *noise* melalui metode *opening*
 - Mendapatkan bentuk retina melalui proses dilasi
 - Proses akhir mendapatkan kandidat pembuluh darah dengan mengurangi hasil Frangi *Filter* dengan bentuk retina serta melakukan proses *closing*
3. Deteksi *Optical Disc*
 - Dilakukan metode *closing* kemudian deteksi *optical disc* dari eksentrisitas dan luasnya
4. Deteksi Mikroaneurisma
 - Penerapan Frangi *Filter* kemudian penghilangan *noise* dengan *opening*
 - Pengurangan gambar hasil Frangi *Filter* dengan bentuk retina, *optical disc*, serta deteksi pembuluh darah, kemudian penghilangan *noise* melalui *opening*
5. Deteksi *Hemorrhage*

Dilakukan dengan metode yang sama dengan deteksi mikroaneurisma namun berbeda nilai parameter yang digunakan
6. Definisi Objek serta Klasifikasi Penyakit
 - Mikroaneurisma dan *hemorrhage* didefinisikan berdasarkan luas objek, eksentrisitas dan *circularity*-nya.
 - *Grading* retinopathy diabetes dilakukan berdasarkan banyaknya jumlah objek yang terdeteksi.

2.5 **Biaya dan Jadwal**

2.5.1 Analisis Biaya

Berikut perkiraan biaya yang dibutuhkan dalam perancangan dan pengembangan alat deteksi retinopathy diabetes

Barang	Kuantitas	Harga Satuan		Jumlah
Lensa Fundus	1 buah	xRp	2.500.000 Rp	2.500.000
Smartphone Android	1 buah	xRp	3.000.000 Rp	3.000.000
Casing	1 buah	xRp	500.000 Rp	500.000
Komponen	1 buah	xRp	300.000 Rp	300.000
Battery Lithium Ion	1 buah	xRp	500.000 Rp	500.000

Nilai proyek untuk satu buah sistem	± Rp	6.800.000
--	-------------	------------------

2.5.2 Jadwal

Jadwal kerja penyusunan Tugas Akhir I:

Rincian kerja	September	Oktober	November	Desember	Januari	Februari
Konsultasi Dosen						
Menentukan ide produk						
Penyusunan dokumen B100						
Menentukan spesifikasi						
Penyusunan dokumen B200						
Presentasi Poposal						
Mendesain produk						
Penyusunan dokumen B300						
Implementasi produk						
Penyusunan dokumen B400						

Rincian kerja	Februari	Maret	April	Mei
Konsultasi Dosen				
Uji coba dan evaluasi				
Penyusunan dokumen				

B500				
Revisi				

Pembagian kerja kelompok dalam menyusun tugas akhir:

Rincian Tugas	Yongky Purnomo	Lutfi Bukhari	Amalia Lupitasari
Penyusunan Dokumen	v	v	v
Pengembangan Hardware	v	v	
Pengembangan Software	v	v	v
Pengembangan Web		v	
Penyusunan Poster dan Video	v		v
Manajerial			v