PERANCANGAN ALAT PENGUKUR TEKANAN DARAH DAN APLIKASI ANDROID UNTUK MONITORING PASIEN RAWAT JALAN

Rizqy Nurhaqy[1], Syahrul[2]
[1,2]Jurusan Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1] rizqy.nurhaqy@gmail.com, [2] syahrul_syl@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam beberapa kasus, seorang pasien rawat jalan membutuhkan pemantauan tekanan darah secara berkala. Hal ini diperlukan seperti pada pasien penderita stroke. Untuk mengukur tekanan darah, biasanya seorang pasien harus datang ke rumah sakit, puskesmas, dan tempat sejenisnya. Hal ini karena, di tempat tersebut terdapat dokter atau suster yang bertugas untuk memantau tekanan darahnya. Walaupun merepotkan, hal tersebut harus dilakukan. Adapun dalam pengukuran tekanan darah, terdapat alat tensimeter digital, yang penggunaannya cukup mudah untuk dioperasikan oleh pasien dan tidak memerlukan bantuan tenaga medis, sehingga pasien tidak perlu untuk menemui dokter jika sekedar mengukur tekanan darah. Atas dasar tersebut, pada penelitian ini akan dirancang alat pengukur tekanan darah dan aplikasi Android untuk monitoring pasien rawat jalan. Alat ini merupakan tensimeter digital yang dibuat untuk digunakan pasien di rumahnya dan dapat mengirim data tekanan darah pasien ke database. Sementara, aplikasi Android khusus digunakan oleh dokter untuk memantau tekanan darah pasiennya.Rancangan sistem ini menggunakan beberapa komponen elektronika agar dapat mengukur dan mengirimkan hasil pengukuran ke aplikasi Android, beberapa komponen tersebut yaitu mirkokontroler Arduino Pro Mini, MPX5050DP sebagai sensor tekanan, LCD sebagai tampilan hasil pengukuran pada sistem, dan modul Wifi ESP8266 sebagai perantara untuk mengirim data dari mikrokontroler ke web server dan selanjutnya data tersebut dapat ditampilkan di aplikasi Android.

Kata kunci: Tekanan Darah, Rawat Jalan, Auscultatory.

1. PENDAHULUAN

Tekanan darah merupakan faktor yang dapat dipakai sebagai indikator untuk menilai sistem sirkulasi darah pada tubuh manusia. Peningkatan dan penurunan tekanan darah akan mempengaruhi hemositas di dalam tubuh. Untuk mengetahui tekanan darah, bisa dilakukan pengukuran dengan menggunakan tensimeter manual atau *sphygmomanometer*. Selain itu, pengukuran tekanan darah dapat dilakukan dengan alat pengukur tekanan darah (tensimeter) digital.

Dari data hasil pengukuran tekanan darah, dokter dapat mengetahui keadaan pasien, apakah tekanan darah tersebut rendah, normal, hipertensi, dan lain sebagainya. Berdasarkan jenis penyakit (misalnya stroke), pengukuran tekanan darah sangat penting, bahkan harus dilakukan secara berkala. Karena berbagai faktor, sering kali pengukuran tekanan darah tidak dapat dilakukan secara berkala. Oleh karena itu dengan pembuatan "Alat Pengukur Tekanan Darah dan Aplikasi Android Untuk Monitoring Pasien Rawat Jalan" diharapkan dapat membantu mempermudah pasien dan dokter untuk memantau tekanan darah pada pasien rawat jalan.

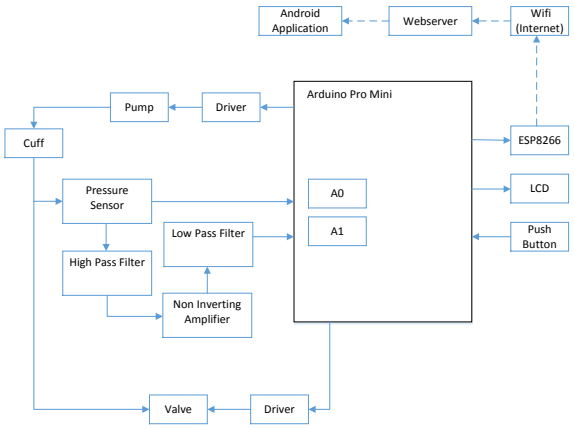
Dengan alat pengukur tekanan darah ini pasien dapat menggunakannya di rumah karena alat ini mudah digunakan dan tidak perlu keterampilan dalam bidang kesehatan. Alat ini juga dapat digunakan di rumah sakit sebagai pengganti sphygmomanometer / alat ukur tekanan darah manual, karena kemudahan penggunaannya. Kemudian keuntungan lainnya, dokter dapat melihat hasil nilai pengukuran tekanan darah, baik yang baru dilakukan atau dari hasil pengukuran sebelumnya(menggunakan alat ini) dengan aplikasi Android sehingga dokter dapat melakukan penanganan kepada pasien lebih dini.

2. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan perangkat keras beserta perancangan perangkat lunaknya dan perancangan Aplikasi Android.

2.1 Diagram Blok Sistem

Pada bagian ini akan membahas tentang perancangan sistem perancangan alat pengukur tekanan darah yang dibuat. Gambar 1. menunjukan diagram blok sistem secara keseluruhan.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Adapun dari Gambar 1. di atas akan dijelaskan secara singkat beberapa bagian, yaitu:

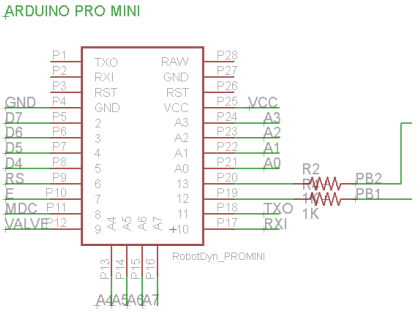
1. *Cuff* / Manset
   Cuff (bagian yang terbuat dari karet yang dilapisi oleh kain, dapat menggembung, dan diikatkan secara melingkar kebagian lengan atas) digunakan pada lengan atas dan diisi udara untuk menghimpit aliran darah untuk
2. Wifi
   Wifi merupakan media yang digunakan untuk menghubungkan mirkokontroler Arduino Pro Mini dengan internet. *Wifi* dikenal pula dengan istilah "hotspot" dalam penelitian ini menggunakan fitur *tethering* pada smartphone.
3. Filter
   Rangkaian filter terdiri dari *High Pass Filter* (HPF) dan *Low Pass Filter* (LPF). Low Pass Filter (LPF) merupakan filter yang berfungsi mem-filter frekuensi tinggi dan melewatkan frekuensi rendah dari frekuensi *cutoff*. Sedangkan *High Pass Filter* (HPF) merupakan filter yang memiliki sifat berbanding terbalik dengan *Low Pass Filter*. Pada High Pass Filter sinyal yang dilewatkan adalah sinyal yang memiliki frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi *cutoff* dan melemahkan sinyal yang memiliki frekuensi lebih rendah dari frekuensi *cutoff*.
4. Non inverting Amplifier
5. Mikrokontroler
   Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* yang digunakan untuk memproses data berdasarkan program yang telah ditanamkan padanya. Mikrokontroler memiliki sejumlah pin input dan output dengan masing-masing fungsi dan karakteristik tertentu. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Pro Mini.
6. *Pressure Sensor*
   Sensor digunakan untuk mendeteksi nilai tekanan pada Cuff.
7. *Pump* dan *valve*
8. *Pompa* digunakan untuk mengisi udara ke dalam *cuff* sedangkan valve digunakan untuk mengeluarkan udara didalam *cuff* ketika selesai pengukuran.
9. Driver
   Driver adalah rangkaian yang digunakan sebagai "jembatan" antara mikrokontroler dengan komponen lain. Penggunaan driver bertujuan agar mikrokontroler dapat mengendalikan suatu komponen yang memiliki tegangan kerja berbeda. Komponen yang dimaksud pada perancangan ini adalah *pump* dan *valve*.
10. ES8266
    ESP8266 merupakan salah satu tipe modul wifi yang ada dipasaran. Fungsi dari komponen ini adalah untuk menghubungkan mikrokontroler dengan jaringan nirkabel (wifi) yang terhubung koneksi internet.
11. *Android Application*
    Android Application merupakan aplikasi yang berjalan pada sistem operasi Android yang digunakan oleh dokter untuk memantau data tekanan darah pasien.
12. LCD
    LCD merupakan rangkaian penampil dari sistem yang sedang berjalan.
13. Push Button
    Push Button merupakan perangkat input yang digunakan oleh pengguna untuk melaksanakan sejumlah perintah. Beberapa perintah yang tersedia diantaranya adalah perintah untuk mengukur tekanan darah, melihat tekanan darah, mengirim tekanan darah ke server.

2.2 Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian ini dijelaskan tentang langkah-langkah dalam perancangan pada bagian perangkat keras. Beberapa perancangan perangkat keras meliputi mikrokontroler, modul wifi, filter, sensor tekanan, penguat non inverting, dan driver.

Mikrokontroler

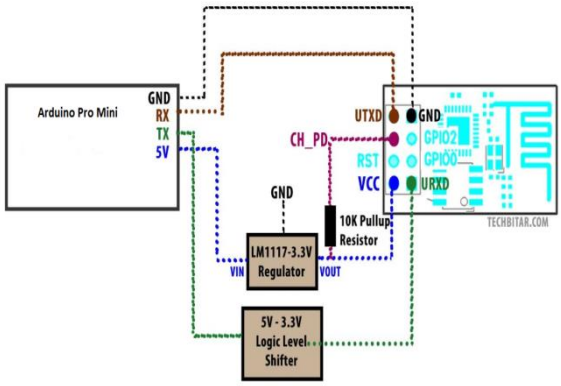
Mirkokontroler yang digunakan adalah Arduino Pro Mini. Gambar 2. menunjukan konfigurasi pin Arduino Pro Mini yang digunakan dalam perancangan perangkat keras ini.



Gambar 2. Konfigurasi Pin Arduino Pro Mini

Modul Wifi

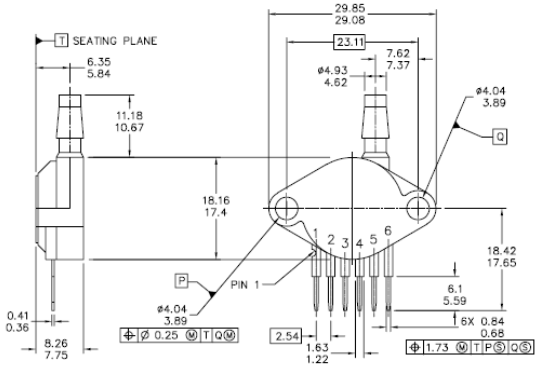
Modul Wifi yang digunakan adalah modul dari ESP866. Gambar 3. menunjukan konfigurasi ESP8266. Pin TX dan RX pada Arduino Pro Mini dihubungkan ke logic level shifter sebelum dihubungkan ke ESP8266. Kemudian, karena ESP8266 memiliki tegangan kerja 3,3v maka digunakan regulator LM117 sebagai rangkaian catu daya untuk ESP8266.



Gambar 3. Konfigurasi ESP8266

Sensor Tekanan MPX5050DP

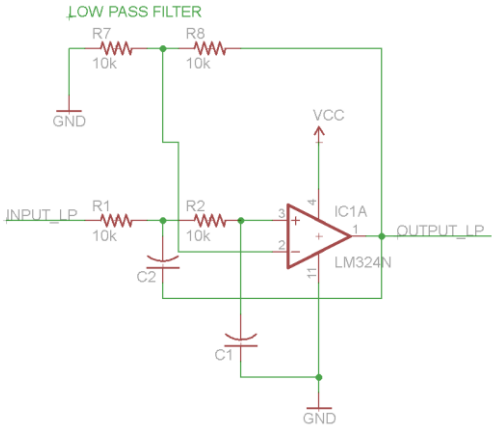
Sensor tekanan yang digunakan adalah sensor MPX5050DP. Gambar 4. merupakan *package dimension* yang diambil dari datasheet. Pin 1 yang terletak dibagian kiri bawah komponen merupakan pin yang dihubungkan ke pin A0 pada Arduino Pro Mini dan pin input pada rangkaian high pass filter. Sementara pin 2 dan 3 dihubungkan ke Ground dan VCC.



Gambar 4. Package Dimension

Low Pass Filter

Rangkaian *Low Pass Filter* (LPF) dapat dilihat di Gambar 5. Adapun untuk IC yang digunakan, baik pada rangkaian low dan high pass filter, serta penguat non inverting seluruhnya dipasang pada IC Op Amp LM324.

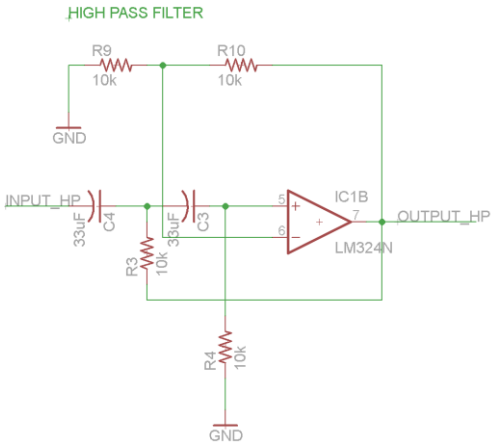


Gambar 5. Rangkaian Low Pass Filter

Rangkaian LPF ini memiliki frekuensi *cutoff* sebesar 4,8 Hz. Fungsinya adalah untuk memblok sinyal *noise* frekuensi tinggi dari *transducser* pada sensor tekanan. Untuk konfigurasinya, resistor yang digunakan seluruhnya bernilai 10K dan kapasistor yang digunakan seluruhnya bernilai 3u3F.

High Pass Filter

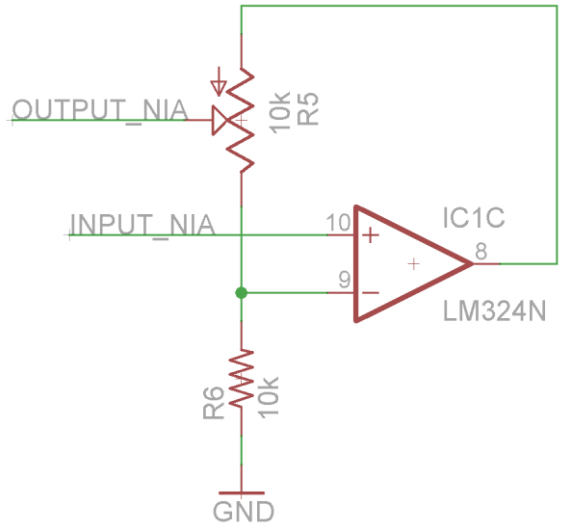
Rangkaian *High Pass Filter* (HPF) dapat dilihat di Gambar 6. Rangkaian HPF memiliki frekuensi cutoff sebesar 0,48 Hz yang berfungsi untuk memblok sinyal frekuensi rendah sekitar 0,04 Hz. Untuk resistor yang digunakan seluruhnya bernilai 10K dan kapasistor yang digunakan seluruhnya bernilai 33uF.



Gambar 6. Rangkaian High Pass Filter

Penguat Non-Inverting

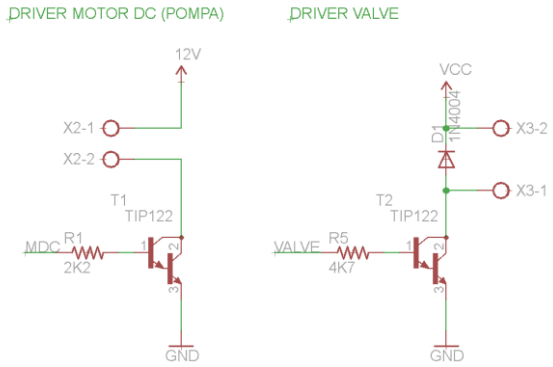
Rangkaian penguat non-inverting dapat dilihat pada Gambar 7. Rangkaian ini bertujuan untuk memperkuat sinyal output sensor tekanan yang telah di-*filter*. Penguat yang digunakan adalah penguat non-inverting agar tidak terjadi pembalikan fasa pada sinyal. Rangkaian menggunakan potensiometer agar dapat mencari nilai amplitudo lonjakan tegangan yang diinginkan.



Gambar 7. Rangkaian Penguat Non Inverting

Driver

Rangkaian driver pada Gambar 8. berfungsi sebagai "jembatan" antara Arduino Pro Mini dengan *pump* dan *valve*. Hal ini diperlukan agar Arduino Pro Mini dapat mengaktifkan dan mematikan *pump* dan *valve*. Rangkaian driver ini menggunakan transistor jenis PNP. Transistor yang digunakan adalah transistor tipe TIP122. Untuk komponen lain yang digunakan pada rangkaian driver ini dapat dilihat di Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Driver

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

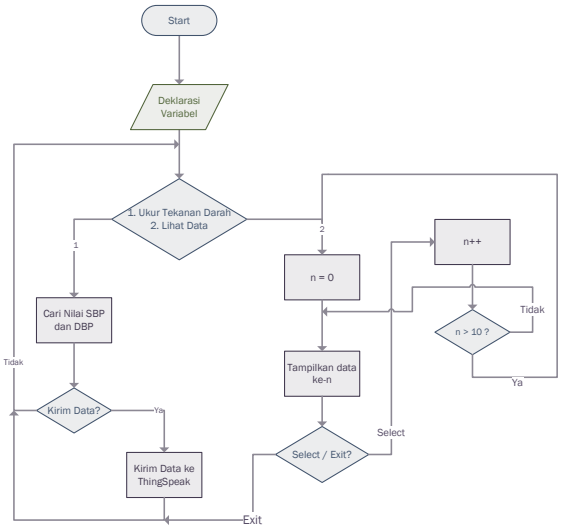
Pada bagian ini akan dijelaskan tentang bagaimana perancangan pada sisi perangkat lunak pada sistem secara umum. Adapun untuk flowchart dapat dilihat di Gambar 9.

Cara kerja sistem diawali dengan pendeklarasian variabel-variabel yang diperlukan, kemudian LCD akan menampilkan dua pilihan, yaitu ukur tekanan darah dan lihat data tekanan darah yang telah disimpan sebelumnya.

Ketika pengguna menekan tombol 1 maka, sistem akan menutup *valve* dan menampilkan kata "please waiting" pada layar LCD dan mengaktifkan pompa untuk mengisi udara di dalam *cuff*. Kemudian sensor tekanan membaca nilai tekanan di dalam cuff dan pompa akan berhenti memompa *cuff*, jika nilai tekanan udara yang dibaca sensor tekanan lebih dari 160 mmHg maka pompa akan berhenti. Namun jika tekanan belum melebihi 160 mmHg maka pompa akan terus aktif.

Pada saat tekanan udara cuff telah melebihi 160 mmHg maka pompa berhenti dan tekanan udara dalam *cuff* akan mengempis secara perlahan. Pada saat itu program menjalankan rangkaian sub program untuk mencari nilai nilai sistolik dan diastolik, kemudian nilai tersebut di simpan di variabel sbp untuk nilai tekanan sistolik dan variabel dbp untuk nilai tekanan diastoliknya.

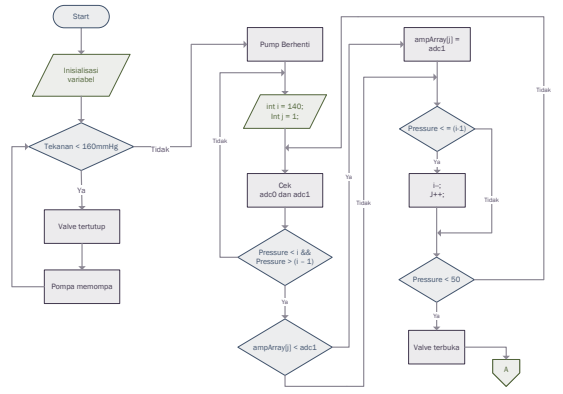
Setelah didapatkan nilai sbp dan dbp maka akan ada perintah untuk mengirim data ke internet. Jika memilih "Yes" maka data akan dikirim ke internet. Jika memilih "No" maka data tidak akan dikirim. Setelah proses tadi sistem akan menampilkan kembali menu sebelumnya yakni tampilan untuk mengukur tekanan darah atau melihat data tekanan darah yang telah disimpan.



Gambar 9. Flowchart Perangkat Lunak Sistem

Algoritma Mencari Nilai SBP dan DBP

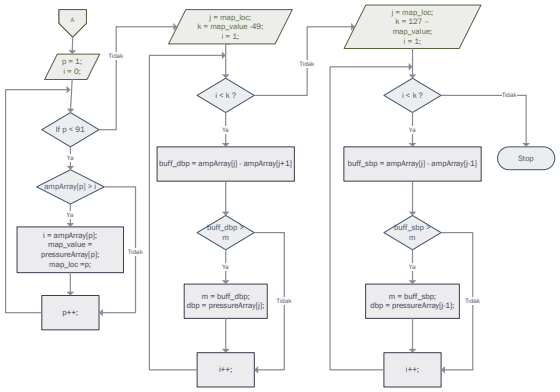
Untuk mencari nilai sistolik (sbp) dan diastolik (dbp), pertama kali sistem akan mengaktifkan pompa untuk mengisi udara ke dalam cuff, sementara valve dalam keadaan tertutup agar udara tidak bocor. Ketika tekanan udara telah mencapai 160 mmHg maka pompa akan berhenti dan udara akan keluar secara perlahan. Selanjutnya akan dilakukan proses pencarian nilai amplitudo tertinggi pada masing-masing nilai tekanan.



Gambar 10. Flowchart Mencari Nilai Amplitudo Maksimal Pada Setiap nilai Tekanan

Pencarian nilai amplitudo diambil dari pin A1 (adc1) seiring dengan menurunnya nilai tekanan udara di dalam cuff. Untuk mencari nilai amplitudo maksimal dari setiap nilai tekanan udara dalam cuff adalah dengan cara membandingkan amplitudo antara nilai tekanan yang ingin dicari (misal pada 140 mmHg) dengan nilai tekanan yang ingin dicari dikurang satu (jadi 139 mmHg).

Pencarian nilai amplitudo maksimal dimulai pada saat tekanan udara dalam cuff bernilai 140 mmHg sampai 50 mmHg. Setelah itu valve akan terbuka dan mengeluarkan udara pada cuff. Proses berikutnya adalah mencari nilai sbp dan dbp.



Gambar 11. Flowchart Mencari Nilai SBP dan DBP

Mencari nilai sbp adalah dengan mencari nilai amplitudo pada saat terjadi kenaikan mendadak (sudden raise). Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan mencari nilai selisih antara nilai amplitudo pada tekanan udara 140 dan 139, 139 dan 138, dan seterusnya sampai pada nilai tekanan MAP. Sebagai contoh jika MAP yang terdekteksi adalah 100, maka proses mencari selisih nilai amplitudo dimulai dari tekanan 140 sampai 100.

Pada saat menghitung selisih antara 140 dan 139, nilai selisihnya harus "dinisbatkan" pada tekanan 140. Begitu juga seterusnya, seperti 139 dan 138, nilai selisihnya dinisbatkan pada tekanan 139. Sampai pada pencarian nilai selisih amplitudo selesai, langkah selanjutnya adalah mencari nilai yang tertinggi diantara seluruh nilai yang telah didapatkan. Nilai tertinggi yang didapatkan adalah nilai sistolik (sbp). Pada Gambar 11. terdapat dbp = prressureArray[j]. Variabel dbp merupakan variabel yang digunakan untuk menampung nilai diastolik (dbp), sementara untuk pressureArray[j] adalah sebuah array yang memuat nilai tekanan udara antara 140 sampai 50.

Untuk mencari nilai diastolik (dbp) caranya adalah dengan mencari nilai amplitudo pada saat terjadi penurunan yang amplitudo setelahnya mengelami lonjakan amplitudo yang stabil. Caranya adalah dengan selisih nilai amplitudo pada tekanan udara mulai dari tekanan udara sesudah MAP (MAP+1). Misalnya MAP yang terdeteksi adalah 100, maka perhitungan dimulai pada nilai tekanan udara 101. Perhitungan berakhir pada nilai tekanan udara 50.

Untuk mencari nilai selisih amplitudo pada 101 adalah dengan mengurangi nilai amplitudo pada tekanan udara 101 dengan tekanan udara 100. Untuk nilai 100 maka kurangi amplitudo pada 100 dengan 99. Perhitungan tersebut berakhir pada saat tekanan udara bernilai 50.

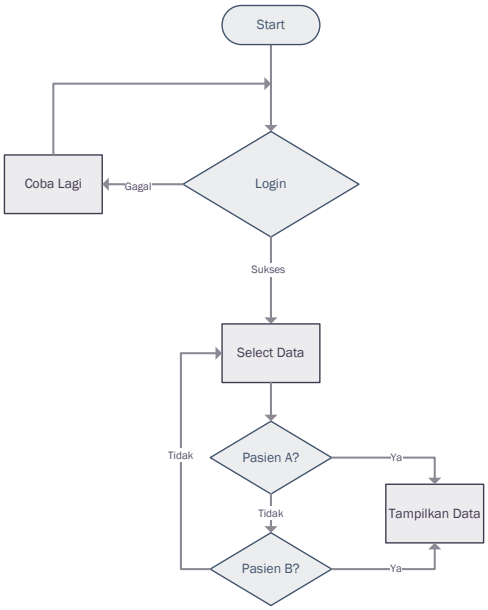
Setelah penghitungan nilai selisih amplitudo, langkah berikutnya adalah mencari nilai terbesar. Nilai terbesar tersebut merupakan nilai amplitudo sbp, maka nilai sbpnya adalah nilai tekanan udara yang memiliki nilai amplitudo terbesar tersebut.

2.4 Perancangan Aplikasi Android

Aplikasi Android yang akan dirancang merupakan aplikasi mobile hybrid. Seperti dalam pembuatan website, untuk membuat aplikasi mobile hybrid dibutuhkan kombinasi antara HTML, CSS, dan Javascript.

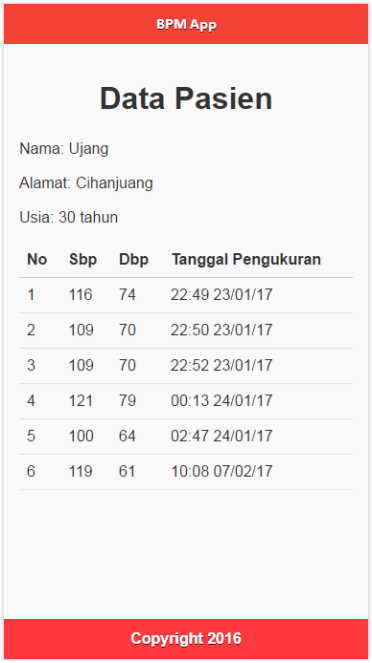
Pada perancangan aplikasi Android yang diberi nama BPM_App ini setidaknya ada beberapa tool dan plugin yang dibutuhkan, yaitu: Intel XDK, JQuery, dan JQuery Mobile.

Intel XDK berfungsi sebagai IDE dan *compiler* agar aplikasi yang dibuat dengan HTML dapat berubah menjadi aplikasi Android. JQuery berfungsi agar aplikasi yang dibuat dari HTML dapat memiliki kemampuan yang dibutuhkan oleh aplikasi Android, misal mengambil data dalam format json. Adapun JQuery Mobile merupakan sistem antarmuka berbasis HTML5 yang digunakan untuk membuat aplikasi Android.



Gambar 12. Flow Chart Aplikasi Android

Pada Gambar 12. menunjukan flowchart dari aplikasi yang dirancang. Prinsip kerjanya, ketika aplikasi dibuka, maka pengguna harus mengisi form login. Jika login sukses maka pengguna dapat memilih pasien yang akan dipantau tekanan darahnya. Namun jika tidak maka akan ada peringatan bahwa username atau password salah.



Gambar 13. Halaman Data Pasien

Pada Gambar 13. menunjukan halaman data pasien yang sedang dipantau tekanan darahnya. Terlihat pasien bernama Ujang, berasal dari cihanjuang.

3. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

3.1 Pengujian Nilai Sistolik dan Diastolik

Untuk dapat mengetahui seberapa besar tingkat akurasi dan kesalahan pada sistem dalam mencari nilai tekanan sistolik dan diastolik, maka sistem akan dibandingkan dengan sphygmomanometer digital yang dijual di pasaran yakni HL888.

Tabel 1. Hasil Pengukuran

Nama	Pengukuran	Sistem mmHg		HL888 mmHg		Tingkat Error %	
		SBP	DBP	SBP	DBP	SBP	DBP
Abdul Kholiq	1	136	88	116	89	17,24%	1,12%
	2	101	65	150	124	32,67%	47,58%
	3	101	65	115	89	12,17%	26,97%
	4	101	65	154	127	34,42%	48,82%
	5	101	65	120	91	15,83%	28,57%
	6	129	84	111	86	16,22%	2,33%
	7	129	84	153	128	15,69%	34,38%
	8	94	61	126	85	25,40%	28,24%
	9	94	61	106	70	11,32%	12,86%
	10	94	61	114	87	17,54%	29,89%

Error rata-rata Sistolik (SBP) dan Diastolik (DBP) Abdul Kholiq pada table diatas adalah sekitar 19,85% untuk nilai sbp dan 26,08% untuk nilai dbpnya.

3.2 Pengujian Pengiriman Data

Pengujian pengirim data ke ThingSpeak.com menggunakan ESP8266 terhubung dengan Wifi jaringan Indosat 4G dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Pengiriman Data

No.	Data Dikirim		Keterangan
	SBP	DBP	
1	145	94	Sukses
2	127	82	Sukses
3	95	62	Sukses
4	119	77	Sukses
5	136	88	Sukses
6	116	74	Sukses
7	117	75	Sukses
8	118	76	Sukses
9	127	82	Sukses
10	116	74	Sukses
11	116	74	Sukses
12	116	74	Sukses
13	141	90	Sukses
14	125	80	Sukses
15	125	80	Sukses

Seluruhnya sukses tidak ada pengiriman gagal. Hal ini karena setiap pengiriman data yang gagal maka sistem akan meminta apakah ingin mengirim kembali atau tidak. Jika satu kali gagal mengirim, maka yang kedua kali umumnya berhasil. Untuk melihat data sesungguhnya, dapat dilihat di link https://api.thingspeak.com/channels/114708/feeds.json, lihat field1 untuk SBP dan field2 untuk DBP.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pembuatan alat ini ini maka diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya adalah adalah:

1. Dengan alat yang telah dibuat ini, seseorang dapat dengan mudah mengukur tekanan darah meskipun tidak memiliki pengetahuan dalam pengukuran tekanan darah. Dari hasil pengujian terdapat perbedaan hasil pengukuran pada sistem yang dibuat dibandingkan dengan menggunakan dengan tensi meter digital yang sudah ada di pasaran.
2. Dari hasil pengujian terdapat perbedaan hasil pengukuran pada sistem yang dibuat dibandingkan dengan menggunakan dengan tensimeter digital yang sudah ada di pasaran HL888 ditemukan jumlah error lebih dari 15%
3. Pengiriman data sistolik dan diastolic dari alat ke server berhasil dengan presentasi 100%.
4. Penggunaan aplikasi android memudahkan dokter untuk memantau keadaan pasien meskipun dokter tidak mengawasi secara langsung.

4.2 Saran

Adapun saran yang dapat ditambahkan untuk pengembangan lebih lanjut dalam perancangan alat ini yaitu:

1. Menambahkan/menggunakan komponen-komponen elektronika lain agar dapat memperkecil nilai *error* dengan *error standard* alat elektronika medis.
2. Mengganti LCD 16x2 dengan LCD Touchscreen yang diperuntukan bagi user agar dapat menampilkan data sekaligus memasukan data-data seperti nama, tanggal lahir, maupun untuk kepentingan keamanan seperti password.
3. Menggunakan baterai sebagai catudaya agar alat menjadi lebih simpel dan dapat digunakan dalam perjalanan.
4. Sistem yang telah ada dikembangkan lebih lanjut dengan dibuatnya database yang memungkinan dokter untuk menambah pasien, menghapus pasien, memanipulasi data, dan lain sebagainya.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1]. Anonim, *Automated Blood Pressure Cuff Arduino Project*, (Online), diakses pada tanggal 11 Agustus 2016, dari world wide web: http://www.instructables.com/id/Automated-Blood-Pressure-Cuff-Arduino-Project/

[2]. Deza, F., Madona, P., dan Tianur, 2013, *Pengujian Parameter Tekanan Darah dan Detak Jantung Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stres Manusia*, Jurnal Teknik Elektro , 6.

[3]. Anonim, *ESP8266 based Temperature Data logger using Arduino*, (Online), diakses pada tanggal 11 Agustus 2016, dari world wide web: https://elementztechblog.wordpress.com/2015/05/13/esp8266-based-temperature-data-logger-using-arduino/

[4]. Margolis, M. (2012), *Arduino Cookbook*, Sebastopol: O'Reilly Media.