

MONITORING SINYAL JANTUNG MENGGUNAKAN SENSOR EKG (ELEKTROKARDIOGRAF) DAN SENSOR HEART RATE

Desy Diane Carlina¹⁾ Pauladie Susanto²⁾ Ira Puspasari³⁾Program Studi/Jurusan Teknik Komputer
Universitas Dinamika

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)desy Diane Carlina@gmail.com, 2)pauladie@dinamika.edu, 3)ira@dinamika.edu

Abstrak: Penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan transmisi sinyal auskultasi jantung dapat dibangun dengan cara penelitian data oleh PC dilakukan secara serial. Sinyal pada sensor EKG (*Electrocardiogram*) untuk mengambil sinyal jantung yang sudah dikuatkan (*high-pass filter*). Tujuannya untuk membuat perangkat keras dari sensor EKG (*Electrocardiogram*) dan perangkat lunak yang mampu merekam sinyal dari EKG (*Electrocardiogram*) secara real time, sehingga bisa mengetahui data yang telah direkam sebelumnya (Sugiarto, 2016). Sinyal EKG (*Electrocardiogram*) adalah sinyal yang berisi aktifitas elektrik jantung manusia, sehingga dapat menjadi metode yang cukup mudah sebagai pendeteksi kondisi jantung manusia. *Heart Rate* adalah jumlah detak jantung per satuan waktu atau bisa dinyatakan dalam denyut per menit atau *beats per minute* (bpm). Detak jantung bervariasi, tergantung pada kebutuhan tubuh untuk menyerap oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida dalam berbagai keadaan. Untuk menyempurnakan perangkat keras EKG (*Electrocardiogram*) dimana hasil penelitian tersebut masih harus dilengkapi dengan *Grove Finger Clip Heart Rate Sensor*. Pada penelitian ini mensimulikan sensor elektroda pada EKG dan sensor *heart rate*, sehingga dapat memonitoring data sampel yang ditampilkan pada layar monitor tampak lebih jelas untuk dianalisis saat data yang terpasang secara bersamaan.

Kata kunci: Sinyal EKG (*Electrocardiogram*), Sinyal *heart rate*, sensor *Grove Finger Clip Heart Rate*.

PENDAHULUAN

Organ yang memiliki peran penting dalam tubuh ialah jantung, maka dari itu jantung harus lebih diantaranya ada 36 juta jiwa meninggal karena Penyakit Tidak Menular (PTM). Secara global PTM penyebab kematian utama setiap tahun adalah penyakit Kardiovaskuler. Penyakit tersebut disebabkan oleh gangguan fungsi jantung dan pembuluh darah. Sekitar lebih dari tiga juta kematian tersebut terjadi saat sebelum mencapai usia ke-60 tahun dan seharusnya dapat dicegah. Komplikasi hipertensi dapat menyebabkan sekitar 9.4 kematian tiap tahun di seluruh dunia. Hipertensi setidaknya menyebabkan sekitar 45% kematian karena penyakit jantung dan 51% dikarenakan penyakit stroke. Kematian yang disebabkan oleh penyakit tersebut terutama penyakit jantung coroner dan stroke diperkirakan terus meningkat mencapai sekitar 23.3 juta jiwa kematian pada tahun 2030 mendatang (www.depkes.go.id, 2014).

Serangan jantung merupakan penyakit yang sering datang secara tiba-tiba, antara lain faktor yang dapat memicu disebabkan gaya oleh hidup yang kurang sehat seperti, merokok, tekanan darah tinggi, kolesterol yang tinggi, dan riwayat dari keluarga. Untuk mendeteksi dini penyakit jantung dengan cara tes kesehatan antara lain menggunakan Elektrokardiograf (EKG), Pemindaian Kalsium Koroner (Coronary Calcium Scan), tes Potein C-Reaktif (CRP), tes darah NT-proBNP, tes darah Troponin-T (lifestyle.kompas.com, 2017).

Elektrokardiograf atau EKG adalah suatu alat dengan electrode yang terpasang dipermukaan kulit, digunakan untuk mengamati aktivitas elektrik otot jantung. *Elektrokardiogram* yang dihasilkan dapat menunjukkan frekuensi, irama, sumbu, tanda realisasi, tanda *hipertrofi* (pembesaran), dan tanda-tanda iskemik pada jantung. Adanya alat ini bisa menghasilkan frekuensi atau sinyal yang dapat diperhitungkan untuk menentukan jantung yang bekerja dengan normal dan jantung yang tidak bekerja dengan normal, serta dapat mengetahui

pembuluh darah yang menyempit, sehingga bisa dilakukan langkah medis sejak dini (Agung, 2005).

Heart rate adalah detak jantung per-satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam denyut per menit atau *beats per minute* (bpm). Detak jantung bervariasi, tergantung pada kebutuhan tubuh untuk menyerap oksigen dan mengeluarkan karbondioksida dalam berbagai keadaan, semisal pada saat olah raga atau sedang tidur. Denyut nadi normal untuk orang dewasa adalah 60–100 kali permenit, sedangkan pada bayi dan anak-anak denyut nadi normalnya lebih tinggi dari pada orang dewasa (www.mayoclinic.org, 2015).

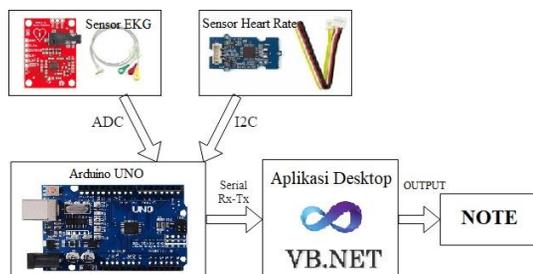
Heart rate dapat diukur di bagian-bagian tertentu, antara lain di bagian belakang lutut, paha bagian dalam, leher sebelah kiri, kaki sebelah kanan, pelipis, dan pergelangan tangan kanan kiri, serta jari. Variasi detak jantung tersebut dari jumlah oksigen yang ada di dalam tubuh, dimana semakin rendah kadar oksigen dalam darah semakin tinggi *heart rate* orang tersebut. Gejala-gejala *heart rate* terlalu cepat adalah cepat pusing, sesak nafas, dan nyeri dibagian dada. Faktor yang mempengaruhi *heart rate* adalah aktifitas fisik, hal ini yang membedakan klasifikasi *heart rate* bagi yang rutin olah raga dan tidak rutin olah raga, suhu udara sekitar, posisi tubuh, dan tingkat emosi (Meyer T, 2005).

Pada penelitian yang sudah ada sebelumnya hanya merekam sinyal EKG untuk memberikan informasi secara real time jantung masih bekerja atau tidak. Selama ini cara kerja EKG masih manual, data sinyal EKG belum bisa disimpan dan harus dicetak di kertas perekam khusus EKG yang harganya mahal (Indra, 2011). Penelitian ini bertujuan untuk menyempurnakan perangkat keras EKG (Rohkman, 2016) dimana hasil penelitian tersebut masih harus dilengkapi dengan sensor *heart rate*. Pada penelitian ini mensimulikan sensor elektroda pada EKG dan sensor heart rate, sehingga dapat memonitoring data pasien yang ditampilkan pada layar monitor tampak lebih jelas untuk dianalisis.

METODE PENELITIAN

Langkah pertama yang dilakukan adalah sampel dalam keadaan bisa duduk dan berdiri, kemudian sampel jangan sampai menginjakkan kaki pada ubin lantai dalam keadaan kaki telanjang. Oleskan signa gel pada bagian sisi titik penghantar elektroda jepit tersebut, kemudian di jepitkan pada pergelangan tangan kanan, kiri, dan kaki kanan. Serta ikatkan *Grove finger clip heart rate sensor* pada salah satu jari.

Langkah kedua ialah pengambilan data yang dilakukan oleh sensor EKG dan *heart rate*. Setelah sampel dipasangkan alat sensor EKG dan *Grove finger clip heart rate sensor*, maka sensor tersebut mengambil data yang terhubung dengan arduino UNO dan kemudian ditampilkan pada visual studio. Pada tampilan awal visual basic dot net, setelah sampel dipasangkan alat sensor EKG dan *Grove finger clip heart rate sensor*. Kemudian port pada arduino UNO mendeteksi port yang terhubung dengan sensor EKG dan *Grove finger clip heart rate sensor*. Setelah terdeteksi port yang aktif, maka terkoneksi pada arduino UNO. Saat port terkoneksi pada program visual studio, maka data dari sensor EKG dan *Grove finger clip heart rate sensor* terkirim dan dapat ditampilkan pada program. Setelah data tercapai sesuai yang diinginkan, maka data disimpan kedalam file (.txt), data yg tersimpan dari sensor EKG dan *Grove finger clip heart rate sensor* jadi satu file untuk satu sampel.



Gambar 1. Blok diagram sistem analisis

Gambar 1 dapat dilihat bahwa sampel menggunakan sensor EKG (*Electrocardio-graph*) dan sensor heart rate dengan cara memakai tiga penjepitkan elektroda jepit yang dipasang pada pergelangan tangan kanan, pergelangan tangan kiri, dan tepat di atas mata kaki sebelah kanan, serta memegang *Grove finger clip heart rate sensor*. Pengujian yang dilakukan yaitu pengambilan data EKG (*Electrocardiograph*) dari 10 orang dengan rentang usia antara 20–35 tahun dengan 1 kali pengambilan data tiap orang. Pengambilan data disaat sampel dan duduk selama kurang lebih 1 (satu) menit. Dengan memasang elektroda jepit yang terhubung pada modul AD8232 sebagai media konversi nilai ADC (*Analog to Digital Converter*), serta memasang *Grove Finger Clip Heart Rate Sensor* pada salah satu jari. Untuk pengujian kualitas data transmisi EKG (*Electrocardiogram*) dilakukan dengan menghitung faktor dari *delay* (waktu pengiriman),

dan dari *Packet Loss* (banyak paket yang hilang saat penerimaan). Pengambilan frekuensi sinyal EKG (Elektrokardiograf) sebesar 250 Hz. Kemudian untuk hasil yang lebih maksimal, maka diterapkan metode nyquist, maka frekuensi sinyal EKG menjadi sebesar 500 Hz

**Rancangan Rangkaian Hardware
Perancangan Heart Rate Monitor (Modul
Electrocardiogram)**

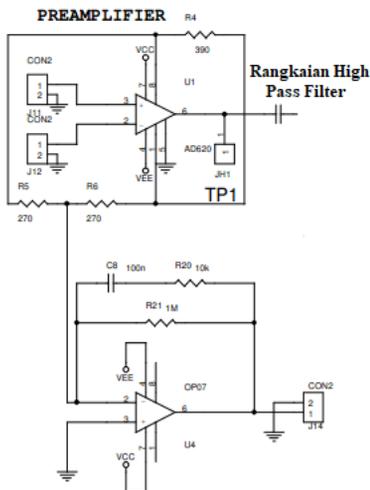
Rangkaian pada gambar 2 adalah rangkaian instrumentasi amplifier untuk pengukuran EKG. Penghitungan gain untuk rangkaian pada rumus sebagai berikut :

$$R_G = \frac{49.4k}{G - 1}$$

$$G = 1 + \frac{49.4k}{R_G} = 1 + \frac{49.4k}{47}$$

$$G = 1051 \text{ kali penguatan}$$

Ket: R_G : Resistor Gain (Ω)
G: Gain (kali penguatan)



Gambar 2. Instrumentasi Amplifier dengan AD620

**Rangkaian Filter
High pass filter**

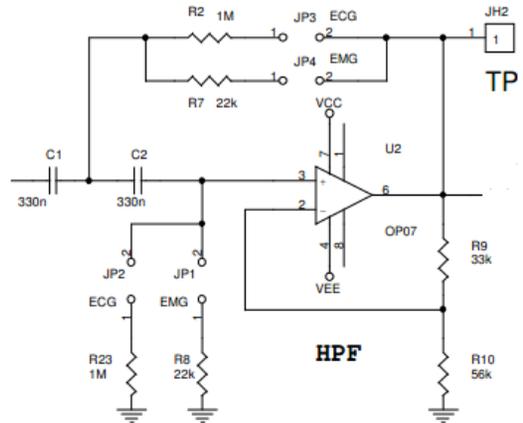
Gambar 3 yaitu gambar rangkaian untuk high pass filter orde 2 butterworth. Dengan $C1=C2=C$ dan $R12=2 \times R13=R$, maka penurunan rumus untuk menentukan frekuensi cut off dari high pass filter adalah sebagai berikut:

$$f_c = \frac{\sqrt{2}}{2\pi RC}$$

$$f_c = \frac{\sqrt{2}}{2\pi \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 330 \cdot 10^{-9}}$$

$$f_c = 0.6 \text{ Hz}$$

Ket: f_c : Frekuensi (Hz)
R: Resistor (Ω)
C: Capacitor (F)



Gambar 3. Rangkaian High Pass Filter

Notch Filter

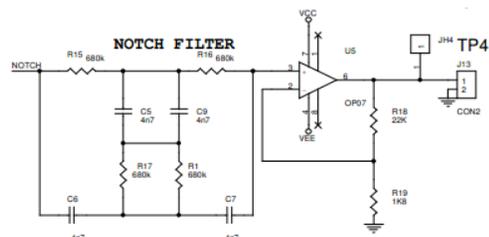
Gambar 4 itulah gambar rangkaian notch filter dengan konfigurasi Twin T. Dengan $R16=R17=R$ dan $C12=2 \times C10=2 \times C11= 2C$, maka penurunan rumus untuk menentukan frekuensi band stop dari notch filter adalah sebagai berikut:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot 680 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-9}}$$

$$f_c = 49,798 \text{ Hz}$$

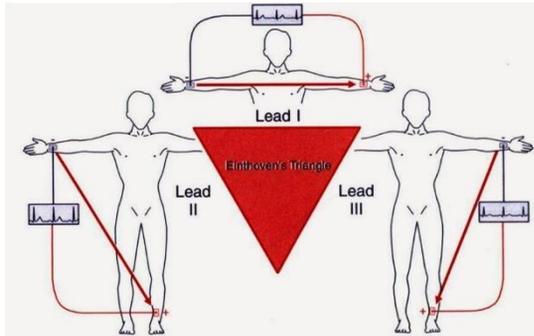
Ket: f_c : Frekuensi (Hz)
R: Resistor (Ω)
C: Capacitor (F)



Gambar 4. Rangkaian Notch Filter

Peletakan Elektroda Japit

Dalam transmisi sinyal auskultasi, komponen yang terpenting adalah pengambilan data dari auskultasi jantung. Pada gambar 5 merupakan tahapan yang untuk pertama yang dilakukan adalah mengambil data auskultasi dengan meletakkan sensor pada pergelangan kedua tangan (kanan dan kiri) serta pergelangan kaki kanan.



Gambar 5. Letak posisi penempatan elektroda japit

Sensor Grove Finger Clip Heart Rate

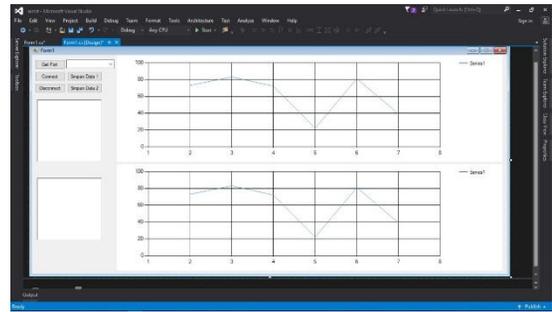
Grove Finger clip Heart Rate Sensor pada gambar 5 yang merupakan sensor detak jantung berbasis PAH8001EI-2G. Modul tersebut bekerja berdasarkan teknologi optik yang dapat mengukur variasi gerakan darah didalam pembuluh darah manusia.



Gambar 6. Sensor *Grove Finger Clip Heart Rate*

Rancangan Sistem Software

Tahapan ini merupakan pembangunan tampilan aplikasi pada visual studio dimana chart keseluruhan grafik sinyal *heart rate* dan sinyal EKG ditampilkan dimana nilai dari sumbu X chart merupakan banyak data dan sumbu Y adalah besar tegangan.



Gambar 7. Tampilan grafik pada Visual Studio

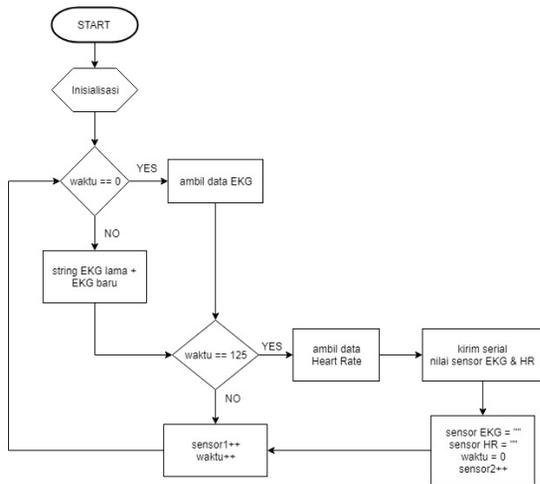
Gambar 7 merupakan hasil tampilan akhir dari sinyal EKG dan *Heart Rate* yang telah diambil oleh Arduino. Data tersebut bisa langsung tersimpan dalam format .txt

Flowchart Program

Flowchart Program Arduino IDE

Pada analisis sebelumnya, dilakukan percobaan terhadap EKG dengan beberapa variasi baudrate dan dengan menggunakan aplikasi, maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi baudrate yang digunakan, maka sedikit mendapatkan loss data. Jadi menggunakan baudrate sebesar 38400 supaya mampu mengambil data yang lebih bisa di analisis

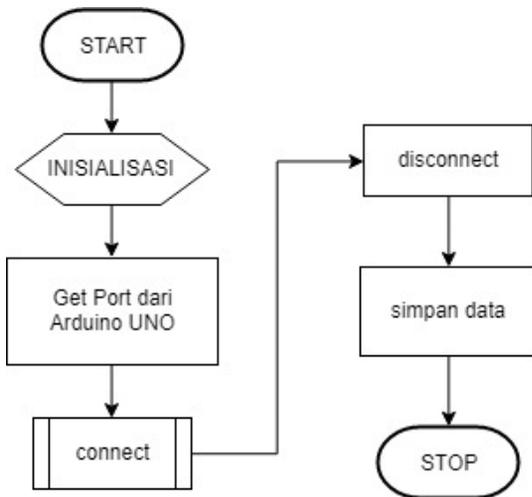
Gambar 8 menjelaskan bahwa microcontroller arduino mendeteksi input serial pada sensor EKG dan heart rate yang terhubung dengan benar. Data diterima oleh sensor tersebut kemudian arduino memisah data tersebut. Jika data yang terbaca dengan waktu dari 0ms sampai 124ms, maka data EKG tersimpan dan jika tidak data ke dalam string data EKG serta diikuti tanda baca “,”. Jika data yang terbaca dengan waktu sama dengan 125ms, maka data Heart Rate tersimpan ke dalam string Heart Rate dan diikuti dengan tanda baca “^” kemudian data EKG dan Heart Rate dikirim ke PC, serta waktu kembali bernilai 0 dan dilanjutkan untuk siklus pengambilan data berikutnya secara terus menerus.



Gambar 8. Flowchart Arduino IDE

Flowchart Program Visual Studio

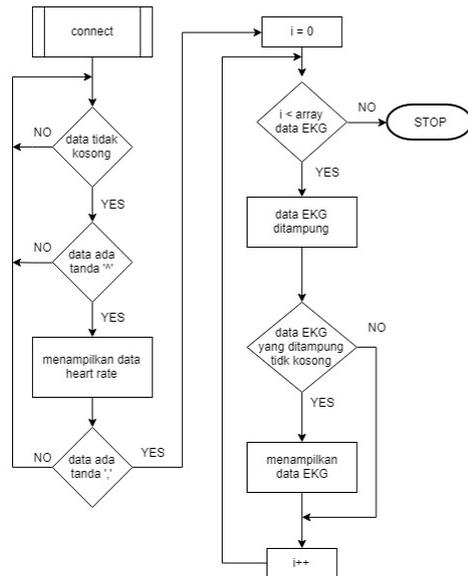
Pada gambar 9 adalah proses program pada visual basic untuk menampilkan data pada grafik dan disimpan dengan format .txt dalam note. Bermula pada pengecekan port yang terdeteksi pada arduino UNO. Setelah mendapatkan port yang terdeteksi, kemudian dikoneksikan agar sensor EKG dan *heart rate* mengambil data dan terbaca. Data tersebut didapatkan oleh kedua sensor yaitu EKG dan *heart rate*, maka data tersebut dipilah.



Gambar 9. Flowchart Visual Studio

Pada tombol “connect” di gambar 10 ini dilakukan menampilkan data. Selama data tersebut tidak kosong, maka data dicek kembali. Jika data tersebut ada contain ‘^’, maka data tersebut adalah data dari sensor heart rate. Kemudian disimpan agar

tidak tercampur data lainnya. Jika data tersebut ada contain ‘;’, maka data tersebut adalah data dari sensor EKG. Kemudian data disimpan agar tidak tercampur data lainnya. Kemudian disimpan agar tidak tercampur data lainnya. Jika data tersebut ada contain ‘;’, maka masuk perulangan agar data yang ditampilkan saat pengambilan data berjalan itu tidak bersamaan, sehingga menyebabkan *crash*.

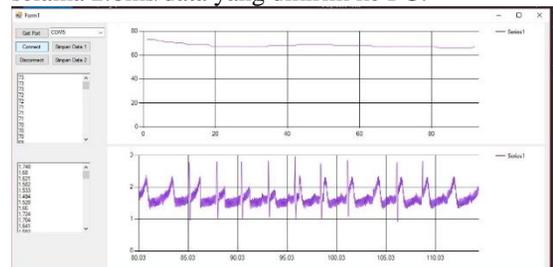


Gambar 10. Flowchart Visual Studio

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan 1

Percobaan dilakukan dengan waktu 71 detik untuk sampling sinyal EKG dan 71 detik untuk *Heart Rate*, dengan delay pengiriman data selama 2.6ms/data yang dikirim ke PC.



Gambar 11. Hasil percobaan sampel ke-1

Dari gambar 11 didapatkan hasil sinyal jantung EKG dengan pengambilan data selama 71 detik mendapatkan sebanyak 18473 data dan data *Heart Rate* selama 71 detik mendapatkan sebanyak 142 data. Pada data *Heart Rate* didapatkan rata-rata data sebesar 67.928 bpm. Pada data EKG

didapatkan nilai tegangan tertinggi berada pada 2.92 mV selama 71 detik pengambilan data. Pada tabel 1 dibawah ini dapat disimpulkan bahwa titik puncak (R) pada data EKG dapat sesuai dengan data Heart Rate yang muncul pada waktu yang hampir bersamaan.

Tabel 1. Hasil data EKG dan Heart Rate percobaan 1

Data ke-	Data EKG R (mV)	waktu(ms)
842	2,72	2526
1975	2,554	5925
5637	2,861	16911
7016	2,847	21048
7827	2,69	23481
9190	2,744	27570
10017	2,959	30051
11356	2,769	34068
13692	2,656	41076
16136	2,705	48408
16647	2,856	49941
17166	2,92	51498
17665	2,681	52995
18356	2,847	55068
	2,772071	Rata-rata

Data ke-	Data HR (bpm)	waktu(ms)
5	72	2500
12	69	6000
34	67	17000
41	68	21000
46	69	23500
56	68	27500
59	68	30000
67	67	34000
81	66	41000
96	67	48500
99	67	50000
103	67	51500
105	68	53000
109	68	55000
	67,928	Rata-rata

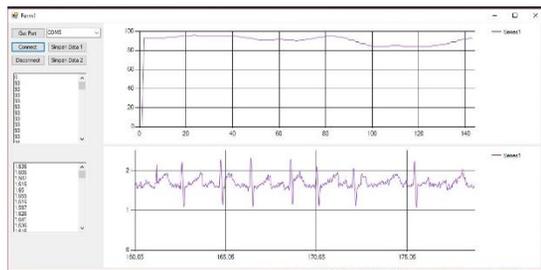
Pada tabel 2 tersebut dapat disimpulkan bahwa selisih titik puncak R-R sangat lah berbeda-beda dikarenakan *data loss*, sehingga tidak membentuk sempurna menjadi satu siklus sinyal EKG.

Tabel 2. Selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 1

R - R	selisih (ms)	R - R	selisih (ms)
R1 - R2	3399	R7 - R8	4017
R3 - R4	4137	R10 - R11	1533
R4 - R5	2433	R11 - R12	1557
R5 - R6	4089	R12 - R13	1497
R6 - R7	2481	R13 - R14	2073

Percobaan 2

Percobaan dilakukan dengan waktu 71.5 detik untuk sampling sinyal EKG dan 71.5 detik untuk *Heart Rate*, dengan delay pengiriman data selama 2.58ms/data yang dikirim ke PC.



Gambar 12. Hasil percobaan sampel ke-2

Dari gambar 12 didapatkan hasil sinyal jantung EKG dengan pengambilan data selama 71.5 detik mendapatkan sebanyak 18483 data dan data *Heart Rate* selama 71.5 detik mendapatkan sebanyak 143 data. Pada data *Heart Rate* didapatkan rata-rata data sebesar 93.04bpm. Pada data EKG didapatkan nilai tegangan tertinggi berada pada 2.397 mV selama 71.5 detik pengambilan data. Pada tabel 3 dibawah ini dapat disimpulkan bahwa titik puncak (R) pada data EKG dapat sesuai dengan data Heart Rate yang muncul pada waktu yang hampir bersamaan.

Tabel 3. Selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 2

Data ke-	Data EKG-R(mV)	waktu(ms)
1191	2,148	3072
1563	2,065	4032
1952	2,275	5036
2340	2,031	6037
2728	2,041	7038
2945	2,31	7598
3324	2,529	8575
3717	1,929	9589
4072	2,324	10505
10428	2,28	26904
12208	2,383	31496
12596	2,275	32497
13008	2,305	33560
13207	2,256	34074
14332	2,285	36976
14517	2,314	37453
14938	2,158	38540
15345	2,148	39590
15526	2,236	40057
15930	2,397	41099
16823	2,207	43403
17042	2,271	43968
17216	2,28	44417

Data ke-	Data EKG-R(mV)	waktu(ms)
17439	2,275	44992
17798	2,036	45918
	2,23032	Rata - rata

Data ke-	Data HR (bpm)	waktu(ms)
6	93	3000
8	93	4000
10	93	5000
12	94	6000
14	94	7000
15	94	7500
17	95	8500
19	95	9500
21	95	10500
54	91	27000
63	91	31500
65	91	32500
67	90	33500
68	90	34000
74	92	37000
75	92	37500
77	94	38500
79	94	39500
80	95	40000
82	95	41000
87	94	43500
88	93	44000
89	96	44500
90	91	45000
92	91	46000
	93,04	Rata - rata

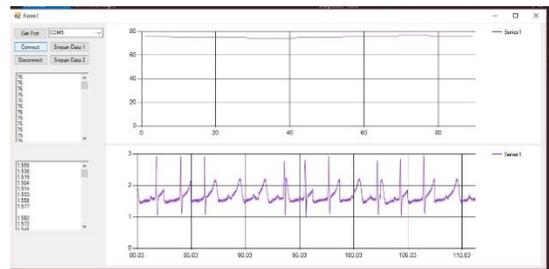
Tabel 4 tersebut dapat disimpulkan bahwa selisih titik puncak R-R sangat lah berbeda-beda dikarenakan data loss, sehingga tidak membentuk sempurna menjadi satu siklus sinyal EKG.

Tabel 4. Selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 2

R - R	selisih (ms)	R - R	selisih (ms)
R1 - R2	96	R14 - R15	2903
R2 - R3	1004	R15 - R16	477
R3 - R4	1001	R16 - R17	1086
R4 - R5	1001	R17 - R18	1050
R5 - R6	56	R18 - R19	467
R6 - R7	978	R19 - R20	1042
R7 - R8	1014	R20 - R21	2304
R8 - R9	916	R21 - R22	565
R11 - R12	1001	R22 - R23	449
R12 - R13	1063	R23 - R24	575
R13 - R14	513	R24 - R25	926

Percobaan 3

Percobaan dilakukan dengan waktu 71.5 detik untuk sampling sinyal EKG dan 71.5 detik untuk *Heart Rate*, dengan delay pengiriman data selama 2.58ms/data yang dikirim ke PC.



Gambar 13. Hasil percobaan sampel ke-3

Dari gambar 13 didapatkan hasil sinyal jantung EKG dengan pengambilan data selama 71.5 detik mendapatkan sebanyak 18479 data dan data *Heart Rate* selama 71.5 detik mendapatkan sebanyak 143 data. Pada data *Heart Rate* didapatkan rata – rata data sebesar 75.52941 bpm. Pada data EKG didapatkan nilai tegangan tertinggi berada pada 2.939 mV selama 71.5 detik pengambilan data. Pada tabel 4.6 dibawah ini dapat disimpulkan bahwa titik puncak (R) pada data EKG dapat sesuai dengan data *Heart Rate* yang muncul pada waktu yang hampir bersamaan.

Tabel 5. selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 3

Data ke-	Data EKG-R(mV)	waktu(ms)
370	2,827	955
609	2,905	1571
2336	2,778	6027
2549	2,92	6576
3274	2,832	8447
3520	2,9	9082
4259	2,533	10988
7534	2,827	19438
8714	2,925	22482
9901	2,798	25545
11035	2,939	28470
12008	2,93	30981
12221	2,87	315300
12955	2,827	30424
16458	1,489	42462
17410	2,9	44918
17621	2,812	45462
	2,765412	Rata - rata

Data ke-	Data HR (bpm)	waktu(ms)
2	76	1000
3	76	1500
12	75	6000
13	75	6500
17	75	8500
18	75	9000
22	75	11000
28	74	19500
45	75	22500
51	75	25500

Data ke-	Data HR (bpm)	waktu(ms)
57	76	28500
62	76	31000
63	76	31500
67	76	33500
85	76	42500
90	76	45000
91	77	45500
	75,52941	Rata - rata

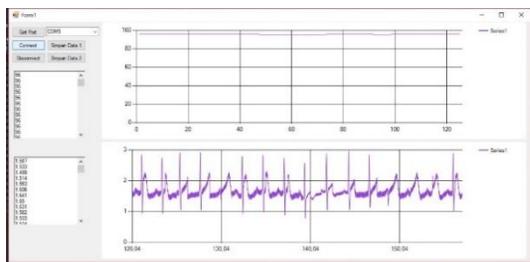
Pada tabel 6 tersebut dapat disimpulkan bahwa selisih titik puncak R–R sangat lah berbeda–beda dikarenakan data loss, sehingga tidak membentuk sempurna menjadi satu siklus sinyal EKG.

Tabel 6. Selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 3

R - R	selisih (ms)	R - R	selisih (ms)
R1 - R2	616	R11 - R12	2511
R3 - R4	549	R12 - R13	549
R4 - R5	1871	R13 - R14	1894
R5 - R6	635	R15 - R16	2456
R6 - R7	1906	R16 - R17	544

Percobaan 4

Percobaan dilakukan dengan waktu 71.5 detik untuk sampling sinyal EKG dan 71.5 detik untuk *Heart Rate*, dengan delay pengiriman data selama 2.58ms/data yang dikirim ke PC.



Gambar 12. Percobaan pada sampel ke-4

Dari gambar 14 didapatkan hasil sinyal jantung EKG dengan pengambilan data selama 71.5 detik mendapatkan sebanyak 18482 data dan data *Heart Rate* selama 71.5 detik mendapatkan sebanyak 143 data. Pada data *Heart Rate* didapatkan rata–rata data sebesar 95.5 bpm. Pada data EKG didapatkan nilai tegangan tertinggi berada pada 2.964 mV selama 71.5 detik pengambilan data. Pada tabel 4.8 dibawah ini dapat disimpulkan bahwa titik puncak (R) pada data EKG dapat sesuai dengan data *Heart Rate* yang muncul pada waktu yang hampir bersamaan.

Tabel 7. Selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 4

Data ke-	Data EKG-R(mV)	waktu(ms)
992	1,699	2559
1709	2,905	4409
2907	2,803	7500
3137	2,827	8093
5422	2,935	13989
6426	2,964	16579
8132	2,925	20978
8369	2,856	21592
10816	2,852	27905
11053	2759	28517
11256	2,964	29040
12767	2,739	32939
13212	2,91	34087
13939	2,832	35963
14185	2,734	36597
14934	2,964	38507
17278	2,847	44500
18215	2,729	47000
	155,9158	Rata - rata

Data ke-	Data HR (bpm)	waktu(ms)
5	96	2500
9	96	4500
15	96	7500
16	96	8000
28	96	14000
33	96	16500
42	96	21000
43	96	21500
56	95	28000
57	95	28500
58	95	29000
66	95	33000
67	95	34000
72	95	36000
73	95	36500
77	95	38500
89	96	44500
94	95	47000
	95,5	Rata - rata

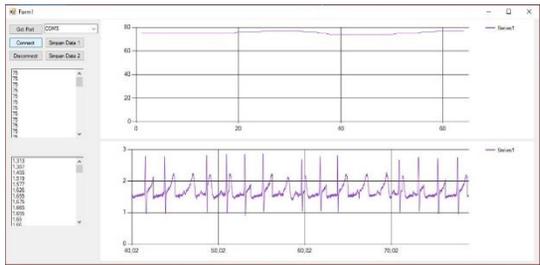
Pada tabel 8 tersebut dapat disimpulkan bahwa selisih titik puncak R–R sangat lah berbeda–beda dikarenakan data loss, sehingga tidak membentuk sempurna menjadi satu siklus sinyal EKG.

Tabel 8. Selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 4

R - R	selisih (ms)	R - R	selisih (ms)
R1 - R2	1850	R10 - R11	512
R3 - R4	593	R11 - R12	523
R5 - R6	635	R13 - R14	1876
R7 - R8	614	R14 - R15	634
R9 - R10	612	R15 - R16	1910

Percobaan 5

Percobaan dilakukan dengan waktu 72.5 detik untuk sampling sinyal EKG dan 72.5 detik untuk *Heart Rate*, dengan delay pengiriman data selama 2.58ms/data yang dikirim ke PC.



Gambar 15. Percobaan pada sampel ke-5

Dari gambar 15 didapatkan hasil sinyal jantung EKG dengan pengambilan data selama 72.5 detik mendapatkan sebanyak 18759 data dan data *Heart Rate* selama 72.5 detik mendapatkan sebanyak 145 data. Pada data *Heart Rate* didapatkan rata-rata data sebesar 75.5 bpm. Pada data EKG didapatkan nilai tegangan tertinggi berada pada 2.842 mV selama 72.5 detik pengambilan data. Pada tabel 4.10 dibawah ini dapat disimpulkan bahwa titik puncak (R) pada data EKG dapat sesuai dengan data *Heart Rate* yang muncul pada waktu yang hampir bersamaan.

Tabel 9. Selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 5

Data ke-	Data EKG-R(mV)	waktu(ms)
759	2,861	1952
967	2,71	2494
1192	2,827	3075
3089	2,593	7969
3321	2,607	8568
3840	2,744	9907
4084	2,729	10536
5055	2,808	13041
6195	2,69	15983
6624	2,808	17089
7364	2,666	18999
7595	2,754	19595
9504	2,676	24525
11417	2,832	29455
14506	2,817	37425
16282	2,798	42007
16490	2,842	42544
17455	2,798	45033
	2,75333333	Rata - rata

Data ke-	Data HR (bpm)	waktu(ms)
4	75	2000
5	75	2500

Data ke-	Data HR (bpm)	waktu(ms)
6	75	3000
16	75	8000
17	75	8500
20	76	10000
21	76	10500
26	77	13000
32	77	16000
34	76	17000
38	74	19000
39	74	19500
49	74	24500
59	77	29500
77	76	37500
84	76	42000
85	76	42500
90	75	45000
	75,5	Rata - rata

Pada tabel 10 tersebut dapat disimpulkan bahwa selisih titik puncak R-R sangat lah berbeda-beda dikarenakan data loss, sehingga tidak membentuk sempurna menjadi satu siklus sinyal EKG.

Tabel 10. Selisih antara titik puncak pada data EKG percobaan 5

R - R	selisih (ms)	R - R	selisih (ms)
R1 - R2	542	R9 - R10	1106
R2 - R3	581	R10 - R11	1910
R4 - R5	599	R11 - R12	596
R6 - R7	629	R16 - R17	537

KESIMPULAN

Menurut analisis dari perancangan perangkat dan juga program serta pengujian yang telah dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan *fitur toolbox Chart* pada visual studio, data hasil pembacaan sensor disajikan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dianalisis saat pembacaan datanya.
2. Pada analisis hasil visualisasi sensor *Heart Rate* menunjukkan grafik berupa kenaikan nilai yang bergantung pada kondisi bpm dari sampel yang diambil. Sedangkan pada sensor EKG bergantung pada nilai tegangan sinyal elektrik jantung dari sampel.

Saran

Terdapat beberapa hal yang dapat ditambahkan supaya hasil rancangan dapat lebih baik lagi, diantaranya adalah:

1. Untuk selanjutnya hasil pembacaan dapat dimunculkan dalam aplikasi berbasis *mobile* untuk keringkasan penggunaan.
2. Dapat menampilkan kondisi kebugaran dari seseorang yang di tes menggunakan alat sensor EKG dan Heart Rate.

DAFTAR PUSTAKA

- Depkes. 2014. *Lingkungan Sehat, Jantung Sehat*. <http://www.depkes.go.id/article/view/201410080002/lingkungan-sehat-jantung-sehat.html> diakses 16 Oktober 2014
- Djuandi, F. 2011. *Pengenalan Arduino*. Banten: www.tokobuku.com.
- Sugiarto, W.R., Jusak & Ira Puspasari. (2016). *Rancang Bangun Alat Elektrokardiograf Untuk Visualisasi, Perekaman, Dan Penyimpanan Sinyal Jantung*. JCONES
- Hartono, T. Leo, dkk.2013. *Alat Bantu Analisis Heart Rate Variability*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Meyer T, L. A. 2005. *A conceptual Framework for Performance Diagnosis and Training Prescription from Submaximal gas Exchange parameter theory and application*. NCBI.
- Riza Yulian, B. S. (2017). *Rancang Bangun Photoplethysmography (PPG) Tipe Gelang untuk Menghitung detak Jantung Berbasis Arduino*. Jurnal Teknik Elektro, 230.