

Sensor Galvanic Skin Response (Gsr) Berbasis Arduino Nano Sebagai Pengukur Perubahan Konduktansi Listrik Kulit Dalam Kondisi Tenang Atau Distress (*Arduino Nano Based Galvanic Skin Response (Gsr) Sensor As A Measurement Of Changes In Skin Electrical Conductance Under Calm Or Distressed Conditions*)

1st I Komang Wiradharma
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
wiradharmaa@student.telkomuniver
sity.ac.id

2nd Husneni Mukhtar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
husnenimukhtar@telkomuniversity.a
c.id

3rd Willy Anugrah Cahyadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
waczze@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kondisi psikologis dipengaruhi oleh emosional dan stress kognitif yang dialami manusia. Keadaan tersebut menyerang tingkat kognitif manusia yang dapat menyebabkan kerusakan mental dan psikologis. Untuk memenuhi tujuan tersebut EDA merupakan solusi dari masalah tersebut. Alat ini akan mendeteksi kondisi tenang dan distress pada manusia berdasarkan konduktansi listrik pada kulit yang akan menghasilkan suatu sinyal yang mengandung komponen SCL dan SCR yang disampling dengan frekuensi 10 Hz dan resolusi 10 bit, selanjutnya diolah di PC menggunakan Matlab meliputi dekonvolusi, FFT, dan ekstraksi fitur. Selanjutnya sinyal akan diidentifikasi untuk menentukan perubahan kondisi tenang dan distress yang terjadi pada subjek selama waktu pengawasan 5 menit. Dari pengukuran menggunakan sensor GSR, diperoleh nilai konduktivitas listrik yang lebih tinggi diamati pada distress condition karena semakin tinggi konduktivitas kulit semakin tinggi tingkat distress yang dialaminya dengan menggunakan ekstraksi fitur diantaranya MSC, MASC, INSC, ILSC, dan F2SC. Ekstraksi fitur MSC akan digunakan karena memiliki hasil yang paling signifikan pada penelitian ini yaitu sebesar 0,79. Diperoleh rentang nilai konduktansi listrik kulit menggunakan ekstraksi fitur pada laki-laki dalam kondisi calm, distress, dan calm setelah pengerjaan Quizizz masing-masing adalah 0.0840 ± 0.2562 , 0.14 ± 0.2832 ; 0.2357 ± 0.2586 dan pada wanita masing-masing adalah -0.0460 ± 0.2419 ; 0.0408 ± 0.3033 ; 0.01034 ± 0.2834 .

Kata Kunci: Psikologis, Wearable Device, Electrodermal Activity(EDA), Galvanic Skin Response (GSR), Healthcare, Eksosomatik.

Abstract

Psychological conditions are influenced by emotional and cognitive stress experienced by humans. This situation attacks the human cognitive level which can cause mental and psychological damage. To meet this goal, EDA is the solution to this problem. This tool will detect calm and distress conditions in humans based on electrical conductance on the skin which will produce a signal containing SCL and SCR components which are sampled with a frequency of 10 Hz and a resolution of 10 bits, then processed on a PC using Matlab including deconvolution, FFT, and extraction. feature. Furthermore, the signal will be identified to determine changes in calm and distress conditions that occur in the subject during the 5 minute monitoring time. From measurements using the GSR sensor, a higher electrical conductivity value was observed in the distress condition because the higher the conductivity of the skin, the higher the level of distress experienced by using feature extraction including MSC, MASC, INSC, ILSC, and F2SC. MSC feature extraction will be used because it has the most significant result in this study, which is

0.79. The range of electrical conductance values of the skin using feature extraction for men in calm, distress, and calm conditions after Quizizz work is 0.0840 ± 0.2562 ; 0.14 ± 0.2832 ; 0.2357 ± 0.2586 and in women it is 0.0460 ± 0.2419 ; 0.0408 ± 0.3033 ; 0.01034 ± 0.2834 .

Keywords: Psychological, Wearable Device, Electrodermal Activity (EDA), Galvanic Skin Response (GSR), Healthcare, Exosomatic.

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya kondisi emosional dan stress sangat berpengaruh pada psikologis manusia. Emosi merupakan gangguan perasaan yang muncul antara lain cemas, mudah tersinggung, marah, gelisah, depresi, sensitif, gugup, sedih, dan perasaan bersalah yang berlebihan. Perangkat teknologi biomedis yang kian pesat telah membawa perubahan diberbagai aspek kehidupan, seperti penggunaan perangkat *wearable* (yang dapat dikenakan) untuk memberikan kemudahan pada manusia.

Stres disebabkan oleh beberapa hal seperti stres karena lingkungan pendidikan, stres karena pendapatan, stres karena pekerjaan, dan cara berpikir[1]. Tanda-tanda reaksi stress pada manusia dapat dilihat dari reaksi fisik. Reaksi tersebut seperti increased heart rate, elevated blood pressure, dan cold hands. Stress meliputi empat kondisi yaitu tegang (s=stressed), cemas (t=tense), tenang (c=calm), dan rileks (r=relaxed)[1]. Pada dunia medis dokter mendeteksi stress pada manusia menggunakan Elektrokardiogram (EKG). Pemeriksaan stress tersebut dilakukan dengan cara pasien beraktivitas di treadmill, baik berjalan atau berlari. Pasien juga dapat diminta untuk mengayuh sepeda statis dalam stress test.

Penelitian ini memfokuskan pada pendeteksian perubahan konduktansi listrik kulit dalam kondisi tenang dan distress pada manusia dengan menggunakan sensor GSR, dimana sensor ini dapat mendeteksi efek yang dimediasi saraf pada permeabilitas kelenjar keringat, permeabilitas tersebut diamati sebagai perubahan pada nilai resistansi kulit terhadap arus listrik kecil, atau sebagai perbedaan potensial listrik di bagian lapisan kulit. Dengan metode deteksi non-invasive ini, alat dapat digunakan tanpa merusak permukaan kulit.

II. KAJIAN TEORI

a. Kondisi Psikologis

Pada umumnya kondisi psikologis dipengaruhi oleh emosional dan stress kognitif yang dialami oleh manusia[2]. Emosional

didasarkan pada perasaan atau sikap seseorang dalam bereaksi pada suatu kondisi. Emosional adalah suatu perasaan dan pikiran yang khas, suatu keadaan biologis, psikologis dan serangkaian kecenderungan untuk bertindak. Contohnya seperti rasa takut, amarah, panik, stress, dll. Stress dapat menyerang tingkat kognitif atau logika pada manusia. Ketika sedang stress akan terjadi perubahan pada keadaan mental dan psikologis yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi kemampuan otak dan kerja kognitif, selain itu stress juga dapat menurunkan daya ingat pada otak manusia.

Maka dari itu dibutuhkan sebuah alat pendeteksi perubahan fisiologi tubuh yang cocok dan efisien digunakan untuk manusia. Selain mudah digunakan, alat tersebut juga bisa digunakan saat beraktivitas sehari-hari dan memiliki harga yang terjangkau oleh masyarakat umum. Namun, pengambilan data dan alat yang digunakan harus dipertimbangkan agar hasil yang diperoleh maksimal.

Tabel 2. 1 Tingkat Stres Berdasarkan Nilai Konduktansi Kulit

Kondisi Subyek	GSR (μ Siemens)	GSR (dalam bit)	GSR (dalam tegangan)
Normal	0 – 0,415	0 – 300	0 – 1,46
Rileks (Relax)	0,417 – 1,054	301 – 525	1,47 – 2,56
Stres Ringan	1,058 – 1,418	526 – 600	2,57 – 2,92
Stres Sedang	1,424 – 2,433	601 – 725	2,93 – 3,54
Stres Berat	2,444 – 4,166	726 – 825	3,54 – 4,02
Stres Sangat Berat	>4,166	826 – 1023	4,03 – 4,99

Nilai konduktansi kulit subjek dikelompokkan ke tingkat stress. Data hasil pengelompokan ini diambil dari hasil penelitian Regina Seran dkk (2015). Nilai konduktansi ditunjukkan pada Tabel 2.1 dengan satuan μ Siemens (analog), dalam bit (digital), dan dalam tegangan (volt). Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya diketahui bahwa nilai konduktansi berbanding terbalik dengan resistansi, sesuai dengan tinjauan pustaka. Semakin besar hambatan maka semakin kecil konduktansi kulit yang terbaca. Semakin kecil hambatan semakin besar konduktansi kulit yang terbaca[3].

b. EDA (*Electrodermal Activity*)

Aktivitas elektrodermal EDA kadang-kadang dikenal sebagai respons kulit galvanik, atau GSR mengacu pada variasi konduktansi listrik kulit sebagai respons terhadap sekresi keringat yang diletakkan diatas permukaan kulit. GSR pada dasarnya terjadi apabila adanya perubahan reaksi kimia dari suatu permukaan benda ataupun benda tersebut yang menyebabkan perubahan arus listrik[4]. Ada dua jenis kelenjar keringat dalam tubuh manusia yaitu ekrin dan apokrin. Sebagian besar kelenjar keringat aktif dalam keringat termoregulasi. Kelenjar keringat ekrin merupakan sistem saraf simpatik yang aktif dalam gairah psikologis seperti stress, kecemasan, ketakutan, rasa sakit, gangguan, kebahagiaan.

Data ini dikumpulkan dengan menerapkan tegangan rendah, tidak terdeteksi, dan konstan pada kulit dan kemudian mengukur bagaimana konduktansi kulit bervariasi. Sifat pengukuran sensor EDA ini non-invasif dan dapat dilakukan pada aktivitas sehari-hari. Ini dapat dilakukan dengan perangkat EDA yang mengukur sinyal listrik yang direkam oleh elektroda yang dipasang ke kulit. Jenis pengukuran EDA ada dua yaitu Endosomatik dan Eksosomatik. Dalam pengukuran Endosomatik, hanya beda potensial dari kulit tersebut tanpa menggunakan sumber arus eksternal. Dalam pengukuran Eksosomatik, hanya menggunakan sumber arus eksternal yang diterapkan ke kulit[5].

c. Pengukuran Eksosomatik

Jenis pengukuran Eksosomatik ada dua metode yaitu metode Eksosomatik AC (menerapkan arus AC) dan Eksosomatik DC (menerapkan arus DC melalui elektroda). Jenis pengukuran Eksosomatik DC Elektroda merupakan penghubung listrik pada kulit manusia dan sebagai alat pengukur untuk mengukur parameter EDA. Pada umumnya lokasi pengukuran elektroda dipasang pada falang distal jari, pada jari tengah dan jari telunjuk yang tidak dominan. Biasanya frekuensi pengambilan sampel harus dari urutan 10 Hz ke atas, namun tergantung pada pengaplikasian dan pemrosesan sinyal yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan Phasic Skin Conductance (SCR), laju pengambilan sampel harus minimal 200 Hz dan untuk 1 kHz menjadi paling umum pada pengukuran laboratorium. Konduktansi kulit G dapat dihitung dengan rumus ($G = I / R$) dimana I merupakan arus listrik dan R merupakan Resistansi[6].

d. Pengolahan Sinyal Digital

Pengolahan sinyal digital adalah pengolahan digital yang dilakukan oleh komputer atau pengolah sinyal

e. Konvolusi – Dekonvolusi

Sinyal EDA diperoleh dari perangkat yang dapat dikenakan dengan pengambilan sampel sebesar 10 Hz dan resolusi 12-bit agar bentuk EDA tidak berubah dan untuk mencegah distorsi. Sinyal EDA dihasilkan dari superposisi dua komponen berbeda yaitu SCR dan SCL. Untuk menguraikan sinyal EDA menjadi dua komponen dapat menggunakan operasi Konvolusi dan Dekonvolusi. Jadi data mentah dari perangkat sebagai $y[n]$, 1,5 Hz cut-off low-pass FIR filter dengan order $N = 32$ diterapkan pada sinyal

merupakan metode EDA yang sering digunakan pada saat ini karena kesederhanaannya hanya membutuhkan dua elektroda dan kemungkinan untuk memonitor sinyal konduktansi kulit tonik dan phasic. Pada penelitian ini menggunakan metode pengukuran Eksosomatik DC karena sebagian besar studi EDA telah dilakukan dengan menggunakan pengukuran Eksosomatik DC dan keunggulan empiris dari pengukuran Eksosomatik AC belum dapat dibuktikan. Tonic EDA diwakili oleh SCL yang mewakili tingkat dasar yang berubah secara lambat dari SC (Konduktansi Kulit) dan tingkat potensi kulit (SPL) yang mewakili tingkat dasar dari SP (Potensi Kulit) yang memiliki range sebesar 0 Hz hingga 0,05 Hz. Perubahan pada SCL dianggap mencerminkan perubahan lambat dalam dinamika sistem saraf otonom. Phasic EDA ditentukan oleh komponen yang cepat berubah, yang dikenal sebagai SCR dan respons potensial kulit (SPR) yang memiliki range sebesar 0,05 Hz hingga 1,5 Hz. Kedua fenomena EDA, tonik (SCL dan SPL) dan phasic (SCR dan SPR), dihasilkan di bawah kendali saraf otonom dari organ aktif kulit, yang mencerminkan respons yang ditimbulkan dari kelenjar keringat ekrin terhadap rangsangan eksternal.

Pada Eksosomatik DC elektroda kulit yang menempel pada kulit manusia adalah bagian dari rangkaian pengukuran akuisisi data dan bagian yang dihitung yaitu SCL dan SCR. Secara khusus, SC analisis digunakan untuk mengukur tingkat gairah yang terkait dengan proses kognitif dan emosional.[6].

f. Elektroda EDA

digital khusus untuk melakukan berbagai operasi pengolahan sinyal. Sinyal yang diproses dengan cara ini adalah urutan angka yang mewakili cuplikan dari variabel kontinu dalam suatu domain seperti waktu, ruang, atau frekuensi. Proses pengolahan sinyal digital, diawali dengan proses pencuplikan sinyal masukan yang berupa sinyal kontinyu. Proses ini mengubah representasi sinyal yang tadinya berupa sinyal kontinyu menjadi sinyal diskrete. Proses ini dilakukan oleh suatu unit ADC (Analog to Digital Converter). Unit ADC ini terdiri dari sebuah bagian Sample/Hold dan sebuah bagian quantiser. Unit sample/hold merupakan bagian yang melakukan pencuplikan orde ke-0, yang berarti nilai masukan selama kurun waktu T dianggap memiliki nilai yang sama.

untuk mengurangi kemungkinan derau. Sinyal filter yang dihasilkan $\hat{y}[n]$ dihitung dengan operasi konvolusi diskrit sebagai :

$$\hat{y} = C_0 y[n] + C_1 y[n-1] + \dots + C_N y[n-N] = \sum_{i=0}^N C_i y[n-i], (1)$$

Selanjutnya, operasi dekonvolusi dilakukan untuk memisahkan komponen SCR dan SCL. Dekonvolusi adalah proses berbasis algoritma yang digunakan untuk membalikkan efek penggabungan sinyal dengan menemukan solusi ke persamaan konvolusi, seperti:

$$\hat{y}[n] = (r \times l)[n] = \sum_{i=0}^N r[n-i]l[i], (2)$$

Sinyal EDA yang difilter $\hat{y}[n]$, SCR yang dibutuhkan $r[n]$, Komponen SCL $l[n]$. $l[n]$ sesuai dengan fungsi transfer persamaan diatas, jika $l[n]$ diketahui dekonvolusi deterministik dapat digunakan untuk menghitung komponen yang diinginkan.

2.5.2. FFT – Inverse FFT

Fourier Fast Transform merupakan suatu algoritma yang digunakan untuk merepresentasikan sinyal dalam domain waktu diskrit dan domain frekuensi. DFT merupakan metode transformasi matematis untuk sinyal waktu diskrit ke dalam domain frekuensi. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa DFT merupakan metode transformasi matematis sinyal waktu diskrit, sementara FFT adalah algoritma yang digunakan untuk melakukan transformasi tersebut. Operasi ini dapat menyederhanakan kompleksitas dimana konvolusi dan dekonvolusi menjadi perkalian dan pembagian sederhana. Jadi, $\hat{y}[n]$ dan $l[n]$ diubah menjadi domain frekuensi dengan menggunakan Fourier Fast Transform, sehingga $r[n]$ dapat dihitung sebagai :

$$r[n]_F = \frac{\hat{y}[n]_F}{l[n]_F}, (3)$$

Dimana $r[n]_F$, $\hat{y}[n]_F$, $l[n]_F$ adalah inverse FFT dari sinyal EDA, dan komponen SCR dan SCL.

2.5.3. Aproksimasi Cubic Spline Fit

Dalam penelitian ini aproksimasi Cubic Spline Fit digunakan untuk memperkirakan $l[n]$ dicelah yang dihasilkan di window temporal SCR. Dimana jika $l[n]$ diketahui, maka $r[n]$ dapat dihitung dengan proses invers FFT seperti pada persamaan (3).

2.6. Ekstraksi Fitur

$$APSC = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N r[n]^2, (6)$$

$$RMSC = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N r[n]^2}, (7)$$

Selanjutnya, kemungkinan hubungan antara amplitudo dan energi sinyal SCR dengan panjang busurnya dipelajari. Jadi, luas perimeter (ILSC) dan perimeter energi (ELSC) hubungan diperkirakan sebagai rasio antara INSC dan RMSC dengan ALSC, masing-masing. Kemiringan orde tinggi (SKSC) dan kurtosis (KUSC) statistik, serta momen sentral (MOSC) dihitung pada komponen SCR. Metrik ini menilai simetri dan bentuk distribusi probabilitas, dan oleh karena itu dapat juga dianggap sebagai deskriptor geometris. Memang, jika SCR dianggap sebagai distribusi Gaussian, SKSC menunjukkan jika distribusi ekor lebih panjang di kiri atau di kanan relatif terhadap distribusi normal. Demikian juga dengan SKSC menunjukkan derajat puncak atau kemiringan distribusi relatif terhadap distribusi normal.

Analisis Frekuensi yaitu analisis dengan mengubah komponen SCR menjadi domain frekuensi dengan menggunakan algoritma FFT non parametrik. Kemudian, daya spektral dalam bandwidth 0,1 Hz hingga 0,2 Hz (F1SC), 0,2 Hz hingga 0,3 Hz (F2SC), dan 0,3 Hz hingga 0,4 Hz (F3SC). Dari beberapa fitur yang ada ILSC merupakan fitur yang paling sering digunakan, sementara ILSC merupakan fitur dengan

Ekstraksi Fitur merupakan suatu pengambilan ciri (fitur) dari suatu bentuk yang nantinya nilai yang didapatkan akan dianalisis untuk proses selanjutnya. Ekstraksi fitur (Feature Extraction) bertujuan untuk mencari daerah fitur yang signifikan pada gambar tergantung pada karakteristik intrinsik dan aplikasinya. Wilayah tersebut dapat didefinisikan dalam lingkungan global atau lokal dan dibedakan oleh bentuk, tekstur, ukuran, intensitas, sifat statistik, dan sebagainya. Ada 3 jenis analisis yang digunakan yaitu Analisis Temporal atau Sementara, Analisis secara Morfologi, dan Analisis Frekuensi.

Analisis Temporal atau Sementara yaitu analisis dengan menghitung jumlah metrik temporal melalui komponen SCR. Analisis ini memiliki fitur Mean (MSC), Standar Deviasi (SDSC), Maksimum (MASC), Minimum (MISC), dan Dynamic Range (DRSC).

Analisis secara Morfologi yaitu analisis yang didefinisikan untuk karakterisasi SCR. Untuk mengidentifikasi perubahan morfologi yang dihasilkan SCR diperoleh dari sinyal EDA, Arc Length (ALSC) dapat dihitung sebagai :

$$ALSC = \sum_{n=2}^N \sqrt{1 + (r[n] - r[n-1])^2}, (4)$$

Parameter ini membedakan antara ada atau tidaknya komponen SCR, dan telah digunakan sebelumnya dalam karakterisasi morfologi respon Gaussian. Selain itu, beberapa parameter yang terkait dengan amplitudo SCR juga digunakan untuk menilai aktivasi sistem saraf simpatis. Jadi, integral (INSC), daya rata-rata yang dinormalisasi (APSC) dan akar rata-rata kuadrat yang dinormalisasi (RMSC) SCR dihitung sebagai :

$$INSC = \sum_{n=1}^N |r[n]|, (5)$$

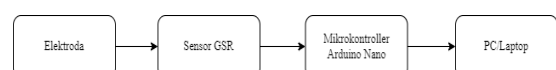
signifikansi terendah. Sedangkan fitur F2SC mengalami perbedaan yang tinggi diantara yang lain, fitur ini mencapai signifikansi statistik yang cukup [7].

III. METODE

a. Desain Sistem

Pada penelitian ini, dirancang sebuah sistem untuk mengukur perubahan kondisi tenang dan distress pada manusia dengan menggunakan metode Eksosomatik DC. Cara kerja sistem ini menggunakan sensor GSR untuk memperoleh konduktansi listrik kulit pada manusia dengan hasil keluaran berupa sinyal yang akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Nano lalu keluaran tersebut berupa nilai ADC. Kemudian output tersebut akan diolah menggunakan MATLAB dan diidentifikasi jenis perubahan konduktansi listrik kulitnya kemudian akan ditampilkan melalui PC atau laptop.

b. Diagram Blok



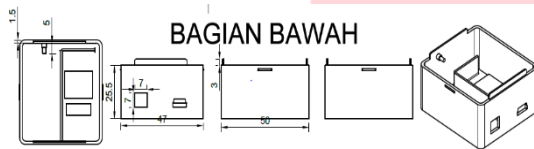
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 3.1 menunjukkan diagram blok sistem alat pengukur perubahan kondisi tenang dan distress

pada manusia. Pada diagram tersebut ditunjukkan bahwa input berupa konduktansi listrik kulit manusia yang dideteksi oleh elektroda. Output dari sensor GSR akan dikirim ke Arduino Nano sebagai mikrokontroler untuk di proses. Lalu keluaran dari arduino berupa nilai ADC akan diolah menggunakan Matlab lalu hasil olahan data akan diidentifikasi, kemudian hasilnya akan ditampilkan berupa hasil perubahan konduktansi listrik kulit pada manusia yang akan ditampilkan melalui PC atau Laptop.

c. Desain Perangkat Keras

Penelitian ini menggunakan komponen berupa sensor GSR yang diletakkan pada bagian tangan, Mikrokontroler Arduino Nano, jumper, elektroda pad, dan PC atau laptop. Semua komponen tersebut akan dikemas dan dirancang menjadi suatu alat seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2. Alat ini memiliki dimensi dengan panjang 5,3 cm, lebar 5,3 cm dan tinggi 4,7 cm.

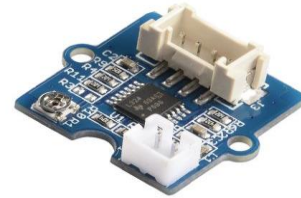


Pada Gambar 3.2 merupakan desain dari alat pengukur fisiologi tubuh manusia. Di dalam box terdapat sensor GSR yang berfungsi sebagai alat

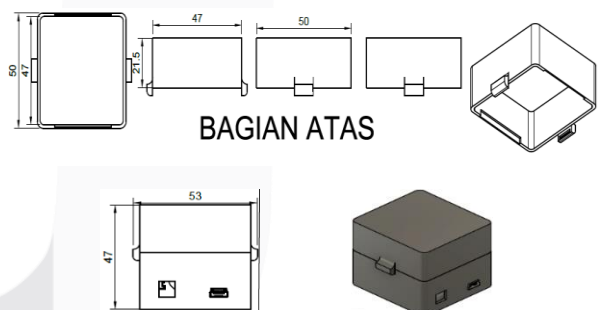
pengukur perubahan kondisi tenang dan distress pada

manusia, Arduino, dan elektroda. Dibagian sisi samping terdapat dua lubang sebagai penghubung dari arduino nano ke PC dan elektroda ke sensor GSR yang berfungsi sebagai konduktor yang dilalui arus listrik dari satu media ke yang lain..

d. Sensor GSR



Sensor yang dibuat khusus untuk mengukur perubahan konduktansi kulit berdasarkan tingkat atau kadar keringat. Sensor GSR mampu secara akurat mengukur sifat listrik kulit yang berubah. Perubahan ini disebabkan oleh perubahan sekresi keringat dan aktivitas kelenjar keringat sebagai akibat dari perubahan aktivitas sistem saraf simpatis. Prinsip kerja GSR adalah mengukur tingkat stress berdasarkan resistansi kulit. Sensor ini mengukur resistansi kulit akibat keringat dan menginterpretasikan menjadi tingkat psikologi stress[8]. Komponen sensor GSR ditunjukkan pada Gambar 3.3.



e. Arduino Nano



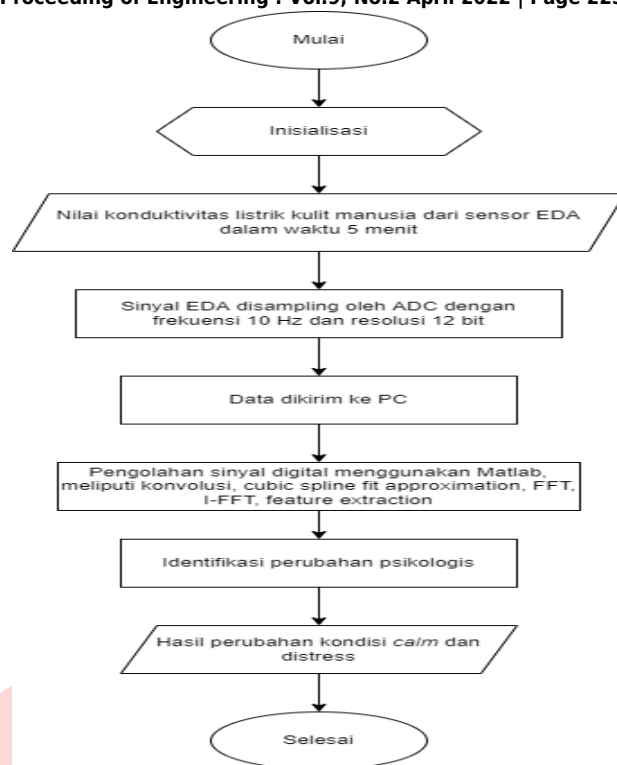
Arduino Nano merupakan salah satu jenis dari beberapa Arduino yang berukuran kecil, efisien, dan lengkap, tetapi tidak memiliki jumlah pin sebanyak Arduino Uno. Arduino Nano memiliki fungsi yang hampir sama dengan Arduino Uno dan memiliki 14 pin digital yang dapat digunakan sebagai input dan output[9]. Komponen Arduino Nano ditunjukkan pada Gambar 3.4.

Tabel 3. 2 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Nano

Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input	7-12V (Disarankan)
Batas Tegangan Input	6-20V
Pin Digital I/O	14 (di mana 6 pin output PWM)
Pin analog input	8
Arus DC per I/O Pin	40Ma
Ukuran dan Berat	4,5 mm x 18 mm / 5 gram
Flash Memory	32 MB (ATmega328), di mana 2 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	1 KB (Atmega328)
EEPROM	512 B (Atmega328)
Clock	16MHz

f. Desain Perangkat Lunak

Tahap awal sistem ini adalah pembacaan sensor GSR berupa konduktansi listrik pada kulit manusia. Selanjutnya keluaran dari sensor GSR berupa sinyal tegangan sinyal SCL dan SCR akan disampling oleh ADC dengan fekuensi 10 Hz dan resolusi 12 bit dikirim ke PC untuk diproses selanjutnya menggunakan Matlab untuk melakukan pengolahan sinyal digital meliputi konvolusi, cubic spline fit approximation, FFT, I-FFT, Feature Extraction. Kemudian output berupa perubahan psikologis akan diidentifikasi dan tahap akhir berupa hasil perubahan konduktansi listrik dalam kondisi tenang dan distress pada manusia yang akan ditampilkan di PC/Laptop.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengukuran Perubahan Konduktansi Listrik Kulit Dalam Kondisi Tenang dan Distress Pada Manusia Menggunakan Sensor GSR

Tabel 4. 1 Tabel Interval Confidence dan Significance Level Untuk Pengukuran Setiap Ekstraksi Fitur

MSC		
Calm	Distress	
Mean ± Std	Mean ± Std	p
0.1308±0.1881	-0.1546 ±0.1307	0.79
MASC		
Calm	Distress	
Mean ± Std	Mean ± Std	p
0.1842±0.3208	0.7235±2.1272	0.4383
INSC		
Calm	Distress	
Mean ± Std	Mean ± Std	p
1175.0729±597.4804	1007.6205±643.0204	0.5538
LSC		
Calm	Distress	
Mean ± Std	Mean ± Std	p
0.2014±0.1024	0.1726±0.1102	0.5536
F2SC		
Calm	Distress	p

Mean ± Std	Mean ± Std	
-	-	0.3
2.7021±4.4026	4.8877±5.1525	21
		3

Pengukuran perubahan kondisi tenang dan distress pada manusia ini memiliki keluaran berupa nilai ADC dan nilai tersebut kemudian diolah menggunakan Matlab. Hasil pengukuran fisiologi tubuh manusia menggunakan beberapa jenis ekstraksi fitur, seperti MSC, MASC, INSC, ILSC, dan F2SC. Penggunaan kelima ekstraksi fitur tersebut untuk membuktikan analisis secara temporal atau sementara, morfologi, dan frekuensi yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Dari pengukuran 5 ekstraksi fitur yang digunakan perbedaan dari kelima ekstraksi fitur tersebut MSC memiliki nilai signifikansi level (p) yang tertinggi diantara ekstraksi fitur yang lain, yaitu 0.79; sehingga pada penelitian ini akan digunakan ekstraksi fitur MSC untuk melihat perubahan konduktansi

Dari hasil pengujian pengukuran perubahan kondisi tenang dan distress pada manusia diatas diperoleh hasil kondisi tenang dan distress yang berbeda. Nilai konduktivitas listrik yang diperoleh menggunakan ekstraksi fitur MSC dari 10 orang laki-laki, ditunjukkan 8 orang mengalami peningkatan kondisi distress dan 2 orang mengalami penurunan kondisi distress. Semakin tinggi konduktivitas kulit semakin tinggi tingkat distress yang dialaminya. Hal ini menunjukkan semakin rendah nilai hambatan yang ada pada jarinya.

Pada pengujian pengukuran perubahan kondisi tenang dan distress pada manusia diatas nilai konduktivitas listrik yang diperoleh menggunakan ekstraksi fitur MSC dari 5 orang wanita, ditunjukkan 2 orang mengalami penurunan kondisi distress dan 3 orang mengalami peningkatan kondisi distress. Pada pengambilan data, terkadang subjek dalam kondisi rileks terbaca sangat stress. Hal ini disebabkan oleh keringat yang berlebih yang ada di kulit jari subyek. Keringat ini mengurangi nilai hambatan yang terbaca sehingga meningkatkan perhitungan konduktansi di program sensor GSR. Kemungkinan lain adalah kesalahan ketika meletakkan jari di elektroda sehingga hambatan dibaca bernilai nol dan sehingga konduktansi bernilai tak hingga.

V. KESIMPULAN

Pada hasil data pengujian dan analisis penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Alat pengukur perubahan konduktansi listrik kulit dalam kondisi tenang dan distress pada manusia telah dirancang menggunakan sensor GSR dan mampu mengukur konduktivitas listrik pada kulit menggunakan metode Eksosomatik DC dalam rentang waktu 5 menit.

Sinyal GSR telah diolah di Matlab untuk mendeteksi perubahan konduktansi listrik kulit dalam kondisi tenang dan distress pada manusia menggunakan salah satu ekstraksi fitur yaitu MSC, karena hasil yang diperoleh memiliki nilai paling signifikan diantara ekstraksi fitur yang lainnya yaitu sebesar 0,79.

listrik kulit dalam kondisi tenang dan distress partisipan.

4.2 Pengujian Alat Pengukuran Perubahan Konduktansi Listrik Kulit Dalam Kondisi Tenang dan Distress Pada Manusia

Pada tahap ini, akan dilakukan pengujian ke 10 orang lain yang berbeda dengan gender laki-laki dan 5 orang wanita yang memiliki umur 21-23 tahun. Pada pengujian ini akan diperoleh hasil kondisi tenang dan distress dari perbandingan pengukuran ekstraksi fitur MSC dalam kondisi calm dan distress saat mengerjakan Quizizz dalam rentang waktu pengukuran selama 5 menit. Hasil percobaan pengukuran perubahan kondisi tenang dan distress pada manusia ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Pengukuran Perubahan Konduktansi Listrik Kulit Dalam Kondisi Tenang dan Distress Pada Laki-laki

Range nilai MSC pada konduktansi listrik kulit dari 10 orang laki-laki dalam kondisi calm adalah 0.0840 ± 0.2562 , dalam kondisi distress adalah 0.14 ± 0.2832 , dalam kondisi calm setelah pengerjaan Quizizz adalah 0.2357 ± 0.2586 .

Range nilai MSC pada konduktansi listrik kulit dari 5 orang wanita dalam kondisi calm adalah -0.0460 ± 0.2419 , dalam kondisi distress adalah 0.0408 ± 0.3033 , dalam kondisi calm setelah pengerjaan Quizizz adalah 0.01034 ± 0.2834 .

REFERENSI

- Bakti, W. T., & Wardati, N. K. (2019). Alat Deteksi Tingkat Stres Manusia Berbasis Android Berdasarkan Suhu Tubuh, Heart Rate dan Galvanic Skin Response (GSR). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 1(2), 93–98. <https://doi.org/10.32528/elkom.v1i2.3089>.
- Posada-Quintero, H. F., & Chon, K. H. (2020). Innovations in electrodermal activity data collection and signal processing: A systematic review. *Sensors (Switzerland)*, 20(2). <https://doi.org/10.3390/s20020479>.
- Seran, R., Hardiyanto, Husna, N., & Hendro. (2015). Sensor Galvanic Skin Response (GSR) Berbasis Arduino Uno Sebagai Pendeteksi Tingkat Stres Manusia. *Prosiding Skf 2015*, 422–427.
- Calvinus, Y., & Setyaningsih, E. (2018). Gsr Sensor Sebagai Alat Instrumen Pengukuran. *Seminar Nasional Mesin Dan Industri*, April, 113–118.
- Geršak, G. (2020). Aktivitas elektrodermal - panduan pemula. 87(April), 175–182.
- Negara, D., Buku, I. K., & Web, K. I. (n.d.). Buka buku Access Aktivitas Elektrodermal: Rekaman Simultan.
- Zangróniz, R., Martínez-Rodrigo, A., Pastor, J. M., López, M. T., & Fernández-Caballero, A. (2017). Electrodermal activity sensor for classification of calm/distress condition. *Sensors (Switzerland)*, 17(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/s17102324>.
- Ningrum, W. W. (2019). Rancang Bangun Alat

Pendeteksi Stress pada Manusia Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Menggunakan GSR dan MPX5050dp. 1–136.
<http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/12198>
Arduino LLC, Faishal, A., Budiyanto, M., Diploma, P., Elektro, T., Max, H., & Wibowo, S. T. R. I. (2012). Arduino Nano. 2010(semnasIF), 1.
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

