

Mobile Baby Monitoring: Pendekatan Praktis Menggunakan Virtual Network Computer

David Habsara Hareva, Anissa Fitri, Benny Hardjono

Teknik Informatika, Universitas Pelita Harapan

Jl. M.H. Thamrin Boulevard, Tangerang, 15811 Banten, telp: 0215460901 faks: 0215460910 e-mail:
david.hareva@uph.edu

Abstrak

The purpose of having baby monitoring is to keep babies under surveillance even though they are not within close reach of their guardian. Its technology generally uses camera products such as Closed-Circuit Television (CCTV), Personal Computer, or Smartphone for monitoring by detecting abnormalities such as: sound, certain motions, and respiratory changes. The development of mobile technology allows baby monitoring to be made using two smartphones. The proposed system has implemented the concept of Virtual Network Computing (VNC server) with Remote Frame Buffer protocol (RFB) for pair-communication in video streaming. Major function of baby monitoring is to provide Alert function likes phone call and short message based on sound detection. Configurations data such as interval sound detection, threshold of sound intensity, phone numbers, and histories data like direct phone call, short text messages, images, and videos is stored on Web Server host. For this early study, there was only a crying sound detector on the Server side. The threshold of sound intensity has been tested using source sound of crying baby with volume level 5 – 10. The location of sound detector was keep away from baby position each 0.2 meters. Results have shown that the proposed system has been able to detect the sound 's source of crying baby with sound intensity 54dB at 0.8 meters which is still at an allowable distance to differentiate the baby's uncomfortable condition. Alert function based on sound detection has been worked successfully in 30 experiments to do direct calls and short text messages.

Kata kunci: *baby monitoring, smartphone, sound detection, virtual network computing*

1. Pendahuluan

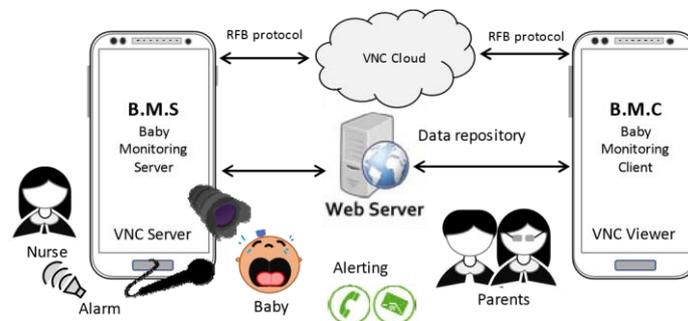
Salah tugas penting orang tua sehari-hari adalah mengawasi bayi selama waktu tidur [1]. Pekerjaan ini dapat dilimpahkan sebagian kepada peralatan monitor bayi untuk memberikan peringatan kepada orang tua apabila bayi dalam kondisi tidak nyaman. Kata monitor itu sendiri berarti alat atau orang yang mengawasi untuk melihat bahwa semua berjalan dengan baik. Sedangkan kata *baby monitoring* dalam bahasa Inggris mengacu pada sebuah ide tentang sistem kontrol otomatis yang mempunyai tugas utama mengawasi anak dan memungkinkan memberi peringatan pada pengasuh atau dalam istilah bahasa Jerman disebut *babyphon*, yaitu kata yang merujuk pada suara khususnya tangisan bayi [2]. Umumnya jika melakukan tugas pengawasan saat bayi jatuh tertidur, kita akan melakukan pekerjaan lain sampai bayi tersebut terbangun. Saat tertidur itulah tugas pengawasan kita berikan kepada *baby monitoring*. Ketika bayi menangis atau mengalami ketidaknyamanan lainnya, *baby monitoring* akan bekerja untuk memberi peringatan kepada orang tua [3]. Sistem *baby monitoring* digambarkan dengan kamar bayi yang dilengkapi mikrofon sensor untuk menangkap suara tangis bayi. Suara tersebut dikirimkan ke penerima yang terletak di sekitar orang tua [4]. Perangkat teknis komunikasi radio ini memungkinkan satu arah koneksi yang berbeda lokasi antara bayi dengan orang tua [5]. Terdapat tiga jenis dasar monitor bayi, yaitu suara, video, dan pergerakan/perubahan pernapasan. suara dan video merupakan jenis yang paling populer dengan peralatan paling sederhana. Tetapi terdapat beberapa kendala dalam penggunaannya, seperti konstruksi rumah dengan dinding tebal akan membatasi jarak komunikasi karena lemahnya pengiriman sinyal [6].

Tujuan dari penelitian saat ini adalah merancang dan membangun sebuah sistem *baby monitoring* menggunakan teknologi *smartphone* dan cloud. Membutuhkan seperangkat *smartphone server* yang ditempatkan di ruang kamar tidur bayi dan sedikitnya seperangkat *smartphone client* yang digunakan oleh

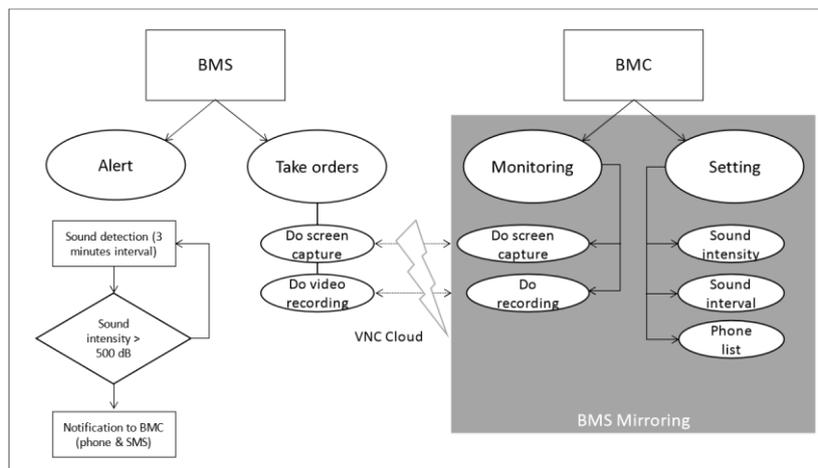
orang tua atau pengasuh sebagai alat monitor yang terkoneksi dengan *smartphone* lainnya. *Client* terhubung dengan *Server* menggunakan *Virtual Network Computing* (VNC) untuk mengendalikan android *smartphone* berbasis grafis [7]. Efisiensi dalam sebuah kegiatan pengawasan dan eksekusi dari *smartphone* satu ke *smartphone* lain dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan dalam mengawasi aktifitas bayi saat orang tua atau pengasuh tidak berada dekat dengannya. Penelitian ini diawali dengan mendeteksi suara bayi yang menangis untuk mendorong aplikasi mengaktifkan suara panggilan dan menangkap gambar video tepat pada waktunya agar orang tua sadar dengan situasi dan kondisi bayi pada saat itu. Kelebihan yang mungkin didapat dari sistem ini adalah komunikasi dua arah antara si bayi dengan orang tua atau antara pengasuh dengan orang tua, sehingga keterbatasan yang dimiliki oleh sistem CCTV yang banyak digunakan saat ini dapat teratasi.

2. Metode Penelitian

Sistem ini diterapkan pada dua buah *smartphone* berbasis android menggunakan sensor kamera dan mikrofon. Menurut ilustrasi rancangan sistem pada Gambar 1, terdapat Baby Monitoring Server (BMS) sebagai server dan Baby Monitoring Client (BMC) yaitu *smartphone* yang digunakan oleh orang tua sebagai pengguna. Server dan client terhubung melalui jaringan *Virtual Network Computing* (VNC) berbasis internet. Server menangkap data aktifitas bayi berupa gambar, video, dan suara. Data suara kemudian diolah oleh BMS untuk memberikan notifikasi berupa panggilan kepada BMC dan juga streaming video bila diizinkan oleh pengguna. Notifikasi alarm pada BMS disediakan untuk memanggil anggota keluarga yang berada disekitar kamar tidur bayi. Fitur konfigurasi disematkan pada BMC untuk mengatur cara kerja BMS, mengambil data dari Cloud serta menerima notifikasi dari server. Semua data audio dan visual, setting aplikasi, dan phone numbers terekam secara historis dalam Web Server.



Gambar 1. Rancangan sistem Baby monitoring



Gambar 2. Fitur-fitur pada aplikasi baby monitoring

2.2. BMS (Baby Monitoring Server)

Pembuatan aplikasi untuk sistem baby monitoring yang bertugas mengawasi bayi dalam ruang tidur mempunyai beberapa fungsi seperti Alert, Take orders, Monitoring, dan Setting (Gambar 2). Aplikasi ini dibangun pada kedua sisi yaitu pada BMS dan juga BMC. BMS ini mempunyai fungsi untuk mengirimkan notifikasi (alert) kepada BMC yang dipegang oleh orang tua dengan kondisi tertentu yang mempunyai tahapan sebagai berikut. BMS akan mendengarkan suara disekitarnya melalui sensor mikrofon yang ada

pada internal peralatan android. Jika sound intensity (intensitas suara) yang diterima oleh BMS melebihi ambang batas suara yang ditentukan pada server (Gambar 2: Alert), maka BMS akan memberikan notifikasi berupa panggilan ke nomor-nomor yang ada pada phone number dan melakukan panggilan kepada nomor telepon yang didaftarkan paling pertama. Penentuan ambang batas dilakukan berdasarkan eksperimen dengan beberapa kondisi, yaitu posisi atau penempatan BMS pada ruang tidur bayi, situasi sekitar kamar tidur bayi, kekuatan tangis bayi, dan kualitas peralatan smartphone yang digunakan. Tentunya hasil eksperimen untuk penentuan ambang batas akan berbeda-beda bila menggunakan beberapa kondisi yang telah disebutkan diatas. Suara yang terdeteksi oleh sensor mikrofon pada BMS melalui library android.media.MediaRecorder.AudioSource.MIC adalah nilai amplitudo suara yang dapat dikonversi menjadi satuan suara desibel. Perbedaan dalam desibel diantara dua sound pressure (tekanan suara) didefinisikan sebagai:

$$20 \log (p_2/p_1) \text{ dB(1)}$$

dimana p_2 adalah amplitudo tekanan sumber suara dalam satuan (mPa: milipascal) dan p_1 adalah acuan tekanan suara.

Konfigurasi untuk memberikan nilai ambang intensitas suara dapat dilakukan melalui BMS itu sendiri atau melalui BMC, sehingga bila pengguna merasa perlu untuk mengubah ambang batas menjadi lebih rendah atau lebih tinggi karena alasan tertentu dapat dilakukan dengan mudah. Fungsi lain dari BMS adalah menerima perintah dari BMC untuk melakukan pengambilan gambar (Do screen capture) dan merekam video (do video recoding) sesuai ilustrasi Gambar 2: Take orders. Perintah ini dijalankan atas inisiatif pengguna saat menerima notifikasi dari BMS apabila mereka ingin merekam kejadian saat buah hati dalam keadaan tidak nyaman. Hasil rekaman (format foto dan video) dapat disimpan pada BMS dan Web Server database.

2.2. BMC (Baby monitoring Client)

Setelah mendapatkan notifikasi dari BMS, pengguna dapat melakukan monitoring melalui BMC dengan melihat kondisi bayi secara langsung (real-time) dari BMC server (Gambar 2: Monitoring). Di sisi client, pengguna dapat melakukan permintaan kepada BMS untuk melakukan pengambilan gambar dan merekam video. VNC yang diinstall pada BMC, merupakan VNC Viewer dengan tampilan grafis BMS pada saat itu. Sehingga apapun tampilan BMS akan terlihat oleh pada BMC dan dapat dikendalikan oleh BMC secara langsung. Bila perlu, pengguna dapat melakukan panggilan melalui BMS untuk menghubungi keluarga terdekat yang berada disekitar ruangan tempat bayi beristirahat. Hal ini bertujuan untuk menyediakan media komunikasi langsung dengan pengasuh bayi saat orang tua berada diluar rumah. Konfigurasi pada fungsi Alert pada BMS dapat diatur melalui BMC, baik itu interval deteksi suara tangisan bayi, sound intensity, dan juga daftar telepon (Phone numbers).

2.3. VNC (Virtual Networ Computer)

Virtual Network Computing (VNC) merupakan aplikasi yang populer untuk melakukan sistem berbagi dalam bentuk dekstop grafis, sebagai pengendali komputer lain dari jarak jauh. Banyak pengguna dapat terhubung dengan VNC server pada saat yang bersamaan [8]. Penggunaan teknologi termasuk sokongan terhadap kendali teknis dan pintu masuk berkas komputer kantor dari komputer rumah, atau pun sebaliknya. Teknologi yang digunakan adalah protokol Remote Frame Buffer (RFB). RFB adalah protokol sederhana sebagai pintu masuk pendedali Graphical User Interface. VNC mempunyai sistem client berukuran kecil dengan protokol tampilan yang sederhana dan mendukung berbagai jenis platform. Dengan bantuan VNC pula, seseorang dapat mengendalikan smartphone yang berada di rumah dari jarak jauh. Hal ini dapat dilakukan dengan teknologi client-server berbasis cloud dari VNC. Jadi VNC server diinstal pada BMS, VNC viewer diinstal pada BMC, dan untuk keperluan transmisi data diantara keduanya digunakan protokol RFB.

2.4. Pengiriman dan Penyimpanan Data

Nilai-nilai setting seperti ambang batas intensitas suara, interval deteksi suara, phone numbers, dan disimpan dalam Web Server database yang menjalankan Apache server dan database MySQL. Sebelum koneksi berlangsung antar BMS dan BMC, kedua perangkat ini masing-masing akan terhubung ke Web Server untuk mengambil nilai inisial yang diperlukan. Pengambilan dan pengiriman data (teks, gambar, dan video) antar perangkat android dengan database cloud menggunakan Retrofit library [9]. Sedangkan penukaran (exhanging) data menggunakan JSON (JavaScript Object Notation) [10]. JSON adalah standar terbuka dari format file yang menggunakan teks bahasa sehari-hari untuk digunakan dalam pengiriman obyek data berisi pasangan atribut-value dan tipe data array. Besarnya data yang dikirim antara perangkat

smartphone akan berpengaruh kepada penggunaan kuota internet berbayar. Ukuran transmisi data yang besar pada sistem ini termasuk audio dan video saat pengguna (BMC) berinteraksi dengan server (BMS). Perhitungan ukuran file audio tanpa kompresi adalah sebagai berikut:

$$\text{Sample Rate} \times \text{Duration} \times \text{Resolution} \times \text{Channel} \quad (2)$$

dimana Sampel Rate adalah sampling dalam Hz, Duration adalah durasi dalam detik, Resolution adalah resolusi dalam bit (1 untuk 8 bit dan 2 untuk 16 bit), dan Channel (1 untuk mono, 2 untuk stereo, dan seterusnya). Perhitungan ukuran file video tanpa kompresi adalah sebagai berikut:

$$\text{Frame Size} \times \text{Frame Rate} \times \text{Color Depth} \times \text{Time} \quad (3)$$

dimana Frame Size adalah ukuran gambar (width x height dalam pixels), Frame Rate adalah Frames per second, Color Depth diukur dalam satuan bytes, dan Time adalah waktu dalam detik.

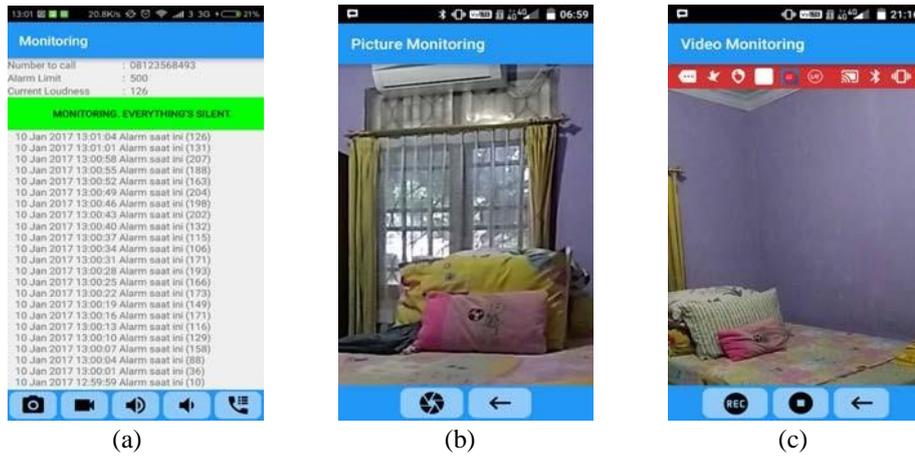
4. Hasil dan Pembahasan

Aplikasi *baby monitoring* dibangun sesuai rancangan dengan fitur-fitur yang telah ditetapkan pada Gambar 2. Dan Gambar 3 adalah contoh tampilan antarmuka yang menampilkan nilai-nilai *setting* dan status intensitas suara yang terdeteksi pada BMC (a). Tampilan ini berguna bila hendak merubah nilai ambang batas intensitas suara yang disesuaikan dengan kondisi pengguna. Tampilan lainnya adalah saat pengambilan gambar dan merekam video (b,c).

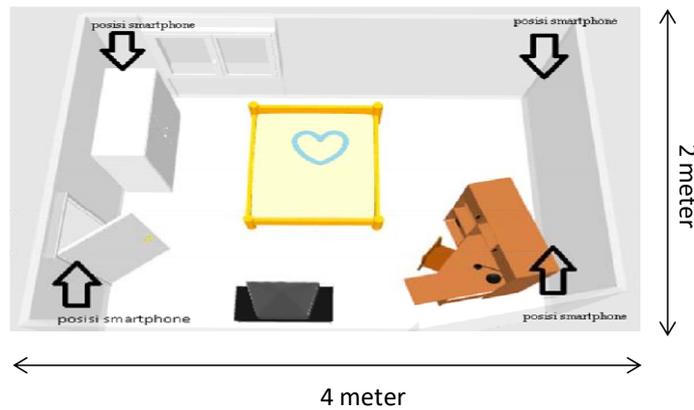
Setelah aplikasi *baby monitoring* dibangun sesuai dengan spesifikasi, hal pertama yang harus dilakukan adalah penentuan nilai ambang batas intensitas suara yang diukur dalam satuan *dB*. Pengukuran tersebut mempertimbangkan tingkat sumber suara (*sound level*) dan jarak sumber suara dengan penerima suara dalam hal ini BMS. Sumber suara adalah suara tangis bayi dengan format audio mp3. Ia mempunyai tingkat kebisingan terkendali dengan volume suara yang dapat diatur dari 0 sampai 10. Pengujian dilakukan pada ruangan bayi dengan ukuran 4x2 meter (Gambar 4), dimana sumber suara ditempatkan di tengah-tengah tempat tidur bayi. Sedangkan posisi penerima suara disesuaikan jaraknya dengan posisi 20cm dari sumber suara, lalu menjauh ke setiap sudut ruangan dengan jarak interval 20cm.

Hasil percobaan ditampilkan pada Tabel 1 yang memaparkan dua *variable*, yaitu jarak sumber suara dan volume sumber suara yang menghasilkan intensitas suara yang diukur dalam satuan *dB*. Acuan tekanan suara (*p1*) yang digunakan adalah 1 mPa. Untuk uji intensitas suara pada ruang bayi tersebut, suara dengan *level volume* 5 dan *level* 6 dapat dikenali oleh BMS dengan jarak maksimum 180cm, dimana intensitas suara berkisar 40 – 50.9dB. Hanya pada jarak 20cm dengan *sound level* 6 terdeteksi intensitas suara sebesar 54dB. Keberhasilan pendeteksian *sound intensity* lain dengan nilai 54dB terdapat pada *sound level* 7 sampai 10 dari jarak diantara 20 – 80cm. Hasil pada Tabel 1 ini mengisyaratkan jika memilih ambang batas intensitas suara sebesar 54dB, maka penempatan BMS disarankan pada jarak 20 – 80cm dengan *sound level* diantara 9 - 10.

Pengujian fungsi *Alert* bertujuan untuk mengetahui apakah pengiriman notifikasi bisa dilakukan dengan baik dari sisi *server* ke *client*. Notifikasi berupa panggilan dan / atau pesan singkat (SMS) tersebut timbul akibat intensitas suara yang terdeteksi melebihi ambang batas yang ditentukan sesuai alur pada Gambar 2: *Alert*. Untuk kasus percobaan ini, ambang batas yang digunakan adalah 54dB. Pengujian koneksi panggilan dan pesan singkat dilakukan sebanyak 30 kali percobaan menggunakan *internet mobile provider* mempunyai tingkat keberhasilan 100%. *Delay time* panggilan telepon dan SMS berkisar kurang dari 1 menit. Instruksi secara langsung dari pengguna BMC ke BMS dapat dilakukan tanpa kendala yang berarti, seperti komunikasi *phone celular* pada umumnya. SMS berisi tautan untuk membuka aplikasi BMC untuk mengizinkan pengguna melihat kejadian ketidaknyamanan kondisi bayi mereka secara langsung.



Gambar 3. Contoh antarmuka aplikasi *baby monitoring* BMC.
 (a) Tampilan *Monitoring* berisi nilai *setting* dan nilai *amplitudo* suara dalam satuan mPa.
 (b) Tampilan pengambilan gambar, (c) Tampilan perekaman video.



Gambar 4. Pengujian BMS pada posisi yang berbeda di ruang tidur

Tabel 1. Pengujian pendeteksian suara tangis bayi oleh BMS.

Jarak (cm)	Sound level (dB)					
	5	6	7	8	9	10
20	50.9	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
40	48.0	50.9	53.1	54.0	54.0	54.0
60	46.0	50.9	50.9	52.0	54.0	54.0
80	43.5	43.5	48.0	50.9	53.1	54.0
100	40.0	40.0	46.0	48.0	50.9	52.0
120	40.0	40.0	40.0	48.0	49.5	50.9
140	40.0	40.0	40.0	46.0	48.0	48.0
160	40.0	40.0	40.0	43.5	46.0	48.0
180	40.0	40.0	40.0	43.5	46.0	48.0
200	0.0	0.0	<40	43.5	43.5	43.5
220	0.0	0.0	<40	40.0	43.5	43.5

240	0.0	0.0	<40	40.0	43.5	43.5
260	0.0	0.0	<40	40.0	40.0	43.5
280	0.0	0.0	<40	40.0	40.0	43.5
300	0.0	0.0	<40	40.0	40.0	40.0

Hal lain yang menjadi pertimbangan adalah ukuran pengiriman data yang relatif besar seperti video melalui media internet. Karena hal ini akan berpengaruh besar terhadap konsumsi penggunaan internet berbayar dengan layanan terbatas. Ukuran video standar yang digunakan untuk *baby monitoring* ini adalah 1024 x 768 (XGA 4:3) atau setara dengan 98.3kByte, *frame rate* sebesar 25 fps, dan *Color Depth* sebesar 24 bit (3 warna: Red, Green, Blue); untuk file audio menggunakan *sampling rate* sebesar 44.1kHz, *2-channel*, dengan resolusi data 16 bit; dan bila penggunaan rata-rata total per harinya berdurasi 5 menit untuk perekaman video, maka ukuran file video dengan file suara akan menghasilkan file berukuran 17.7gByte tanpa kompresi. Kompresi video menggunakan format mp4 akan tereduksi sampai 3% saja. Dalam 30 hari file video yang dihasilkan terakumulasi sebesar 15.9gByte. Harga kuota paket internet *unlimited broadband mobile* sebesar 20gbyte dengan kecepatan 20Mbps berlaku untuk 30 hari dihargai Rp 150k [11]. Jadi total pengeluaran untuk dua buah smartphone menjadi Rp 300k. Pengeluaran biaya internet untuk *video streaming* ini mungkin tidak menjadi kendala bagi sebagian masyarakat yang mempunyai penghasilan diatas rata-rata. Hal ini terbukti dari jumlah pengguna internet 132.7 juta, pengguna layanan internet melalui perangkat mobile sebanyak 69.9% atau sekitar 92.8 juta pengguna [12].

5. Diskusi dan Simpulan

Usulan sistem kali ini hanya melibatkan dua buah *smartphone* yang terhubung melalui teknologi aplikasi VNC. Penerapan sistem aplikasi VNC server dan VNC Viewer pada smartphone membuka peluang untuk pengembangan sistem *baby monitoring* yang lebih lengkap, baik untuk mendeteksi suara tangis, pergerakan, pernafasan, dan lain-lain. Pengembangan sistem ini relative lebih murah, karena variasi produk *smartphone* yang banyak dan makin turunnya biaya layanan internet berbasis mobile di Indonesia. Implementasi VNC *cloud* yang mendukung komunikasi antar *smartphone*, dapat digunakan oleh berbagai *platform*, dan tidak berbayar akan berdampak kepada kemudahan pengembangan piranti lunak dibandingkan dengan peralatan komersial lainnya. Fitur-fitur yang terdapat pada penelitian ini terbatas hanya melakukan *monitoring* berdasarkan suara, dokumentasi gambar-video, histori kejadian tangis bayi, dan komunikasi bi-directional antar orang tua dengan pengasuh bayi di rumah. Komunikasi dua arah pada saat yang tepat saat kejadian berlangsung, dimana orang tua dapat memberikan arahan kepada pengasuhnya, akan mempengaruhi penanganan kondisi bayi yang lebih akurat. Akhirnya, pengembangan ide purwarupa dan validasi sistem sangat diperlukan agar dapat digunakan secara bijak oleh masyarakat luas.

Daftar Pustaka

- [1] Rachel Y. Moon, Fern R. Hauck, and Eve R. Colson. Safe Infant Sleep Interventions: What is the Evidence for Successful Behavior Change? *Current Pediatric Reviews*. 2016; vol(12): 67-75.
- [2] Jens Gerrit Papenburg, Holger Schulze. *Sound as Popular Culture: A Research Companion*. London. MIT Press. 2016.
- [3] Savita P.Patil, Manisha R. Mhetre. Intelligent *Baby monitoring* System. *ITSI-TEEE*. 2014; vol(2)-1: 11-16.
- [4] Elaine Farber. *Baby Lists: What to Do and What to Get to Prepare for Baby*. United States of America. Adams Media. 2007.
- [6] Ziganshin E. G., Numerov M. A., Vygolov S. A. UWB BABY MONITOR. *Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals*.2010; 159-161.
- [7] Natasha Devroye, Patrick Mitran, and Vahid Tarokh Limits on Communications in a Cognitive Radio Channel. *IEEE Communications Magazine*. 2006; vol(44)-6: 44-49.
- [8] Priyadarshani Raskar, Sejal Patel, Pragati Badhe, Archana Lomte. Virtual Network Computing- A Technique to Control Android Phones Remotely. *International Journal Of Engineering And Computer Science*. 2014; vol(3)-2:3991-3995.
- [9] Tristan Richardson, Quentin Stafford-Fraser, Kenneth R. Wood, and Andy Hopper. Virtual Network Computing. *IEEE Internet Computing*. 1998; vol.(2)-1.

- [10] Lars Vogel, Simon Scholz, David Weiser. Using Retrofit 2.x as REST client – Tutorial (c) 2012, 2017 vogella GmbH. Version 2.3. 2017. Andy Newton. The Benefits of a JSON Data Definition Language. IETF Journal. 2016.
- [11] Perbandingan paket internet, <http://liveolive.com/post/view/2313-paket-internet-perbandingan-simpatixl-smartfren-im3>. Diakses 19 Januari 2018.
- [12] APJII:Internet Semakin Murah, Pengguna Terus Bertambah, <https://inet.detik.com/telecommunication/d-3808941/apjii-internet-semakin-murah-pengguna-terus-bertambah>. Diakses 19 Januari 2018.