

TESIS

**EFEKTIFITAS POMPA GANDA PORTABEL MICROKONTROLLER
ARDUINO NANO TERHADAP VOLUME
AIR SUSU IBU (ASI)**

*The Effectiveness Of a Portable Double Pumping Microcontroller Arduino
Nano On The Breastmilk Volume*

NUR ALIYA ARSYAD

P102171021



**SEKOLAH PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KEBIDANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



Optimization Software:
www.balesio.com

**EFEKTIFITAS POMPA GANDA PORTABEL MIKROKONTROLLER
ARDUINO NANO TERHADAP VOLUME ASI**

Tesis

Sebagai Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Magister Ilmu Kebidanan

Disusun dan Diajukan oleh

**NUR ALIYA ARSYAD
P102171021**

Kepada

**SEKOLAH PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KEBIDANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



TESIS

EFEKTIFITAS POMPA GANDA PORTABEL MIKROKONTROLLER
ARDUINONANO TERHADAP VOLUME AIR SUSU IBU (ASI)

Disusun dan diajukan oleh

NUR ALIYA ARSYAD
P102171021

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal, 29 April 2019

Menyetujui,
Komisi Penasehat


Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, MT

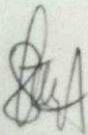
Ketua


Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT.,M.Keb

Anggota

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Kebidanan


Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin


Dr. dr. Sharvianty Arifuddin, Sp. OG(K)


Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Si



PERTANYAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Aliya Arsyad

Nomor Induk Mahasiswa : P102171021

Program Studi : Magister Ilmu Kebidanan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penelitian tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan hasil penelitian tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Makassar,.....Maret 2019

Yang menyatakan,

Materai 6000

Nur Aliya Arsyad



PRAKATA

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan proposal ini dengan judul Efektifitas Pompa Ganda Portabel menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano terhadap Volume ASI sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Magister Ilmu Kebidanan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan hasil penelitian tesis ini, yang hanya berkat bantuan berbagai pihak, sehingga penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada yang terhormat Bapak **Prof.Dr.Ir. Syafruddin Syarif.,MT.** sebagai ketua komisi penasehat, dan Ibu **Dr. Mardiana Ahmad, S.Si.T.,M.Keb.** sebagai sekretaris yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis mulai dari pengembangan konsep permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian , pelaksanaan penelitian sampai penyelesaian tesis ini.

Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terimakasih yang sangat dalam sebagai wujud penghargaan yang tulus kepada orang tua tercinta ayahanda **Andi Arsyad Leha** dan Ibunda **Pita** yang telah melahirkan, memelihara, membesarkan serta selalu memberikan

n, semangat dan doanya kepada penulis. Semoga Allah SWT berikan rahmat, keselamatan dan semoga kami dapat menjadi anak



yang soleha baginya. Teristimewa kepada Kakak tercinta **Aspi Arsyad, Asni Arsyad, Ayub Arsyad dan Andri Arsyad**, terimakasih yang tak terhingga atas kesabaran mendampingi penulis berbagi suka dan duka, senantiasa memberi semangat, dukungan moral dan materil serta curahan doa selama penulis menempuh pendidikan dan kepada Keponakan tersayang **Nur Aisyah Asfin dan Ramdani saputri** terimakasih atas pengertiannya selama peneliti mengikuti pendidikan. Kepada Kk Ulla terima kasih atas kesediannya menjadi teman berbagi ilmu selama peneliti mengikuti pendidikan.

Melalui kesempatan ini pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M.A Rektor Unhas yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan di Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Si selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Unhas yang telah memberikan kesempatan kepada penulis melanjutkan studi pada program pasca sarjana Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. dr. Sharvianty Arifuddin, Sp.OG selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Kebidanan yang senantiasa memotivasi dan menyemangati agar penulis menyelesaikan pendidikan magister

lanan Unhas.



4. Dewan Penguji; Prof. Dr. dr. Suryani As'ad, M.Sc.,Sp.GK(K), Dr. dr. Martira Maddepungeng, Sp.A(K), Dr. Azniah, SKM.,M.Kes yang telah memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan tesis ini.
5. Segenap Dosen dan Staff Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar yang telah memberikan bekal ilmu dan pengetahuan yang tak ternilai harganya.
6. Kepada Kepala Puskesmas Ujung Pandang Baru Makassar beserta jajarannya yang telah memberikan izin penelitian dan telah membantu selama penelitian dan seluruh Bidan yang telah menjadi subjek dalam penelitian ini semoga Allah SWT memberi balasan kebaikan yang setimpal.
7. Kepada rekan tim peneliti Rosalin Ariefah Putri, Nuraiman dan Saleha yang telah berjuang dalam menciptakan prototype pompa ASI dan penyimpanan.
8. Teman-teman Angkatan VI Magister Kebidanan Universitas Hasanuddin Makassar yang telah banyak memberikan motivasi dan doa kepada peneliti.

Terimakasih juga penulis sampaikan kepada yang telah banyak membantu dalam rangka pengumpulan data dan informasi, serta mereka yang namanya tidak tercantum tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan hasil penelitian tesis ini. Akhirnya penulis membuka

hadap saran dan kritik yang membangun guna perbaikan dan kesempurnaan hasil penelitian tesis ini.



Makassar,.....-.....- 2019

Nur Aliya Arsyad



ABSTRAK

NUR ALIYA ARSYAD. Efektifitas Portabel Double Pumping Mikrokontroler Arduino Nano Terhadap Volume Air Susu Ibu (dibimbing oleh Syafruddin Syarif dan Mardiana Ahmad).

Portabel Double Pumping Mikrokontroler Arduino Nano merupakan alat yang diciptakan untuk mengatasi permasalahan pada ibu bekerja yang kesulitan untuk memberikan ASI Eksklusif selama ditempat kerja, alat ini juga dirancang dengan tekanan vacum rendah sehingga dapat mengurangi lecet pada payudara ibu. Penelitian ini bertujuan (1) memahami cara kerja dari portabel double pumping mikrokontroler Arduino nano, (2) menganalisis rata-rata volume ASI yang dihasilkan antara payudara kanan dan kiri menggunakan portabel double pumping menggunakan mikrokontroler arduino nano.

Penelitian dilakukan diwilayah kerja Puskesmas Jumpandang Baru. Dengan metode quasi eksperimen menggunakan pendekatan pilot study. Rumus pengambilan Sampel yaitu eksperimen feeder dengan teknik purposive sampling sesuai kriteria Inklusi yang telah ditetapkan jumlah sampel sebanyak 15 orang ibu menyusui. Data dianalisis menggunakan analisis statistik uji Paired "T" test.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata pengeluaran air susu ibu setelah dipompa selama 15 menit menggunakan portabel double pumping mikrokontroler Arduino nano dengan nilai $p = 0.028$, $p < \alpha = 0.05$, payudara kanan menghasilkan ASI lebih banyak dengan nilai rerata 68.0 ml (SD 23.8), sedangkan untuk payudara kiri nilai rerata yaitu 55.0 (SD 31.0). Portabel double pumping mikrokontroler Arduino nano dapat digunakan sebagai alat pemerah ASI bagi ibu bekerja.

Kata kunci : Pompa Ganda , Arduinonano, volume ASI



ABSTRACT

NUR ALIYA ARSYAD. Effectiveness Of A Portable Double Pumping Microcontroller Arduino Nano On The Breastmilk Volume (guided by Syafruddin Syarif and Mardiana Ahmad).

Portable Double Pumping Arduino Nano Microcontroller is a tool created to overcome problems in working mothers who have difficulty giving exclusive breastfeeding during work, this tool is also designed with low vacuum pressure so that it can reduce blisters on the mother's breast. This study aims to (1) understand the workings of portable double pumping Arduino nano microcontroller, (2) analyze the average volume of ASI produced between right and left breast using a portable double pumping using an Arduino nano microcontroller.

The study was conducted in the working area of the Jumpandang Baru Health Center. The quasi-experimental method uses a pilot study approach. The sample collection formula is a feeder experiment with a purposive sampling technique following the predetermined inclusion criteria obtained by a sample of 15 breastfeeding mothers. Data were analyzed using Paired "T" test statistical analysis.

The results showed that there was a difference in the average expenditure of breast milk after being pumped for 15 minutes using a portable double pumping Arduino nano microcontroller with a value of $p = 0.028$, $p < \alpha = 0.05$, the right breast produced more milk with an average value of 68.0 ml (SD 23.8), while for the left breast the average value is 55.0 (SD 31.0). Portable double pumping Arduino nano microcontroller can be used as an ASI milking tool for working mothers.

Keywords: Double Pump, Arduinonano, Breastmilk Volume



DAFTAR ISI

HALAMAN HUDUL	i
SAMPUL DALAM	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Kegunaan Penelitian	8
E. Ruang Lingkup Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Air Susu Ibu (ASI).....	10
1. Pengertian ASI.....	10
Anatomi Payudara	11
Fisiologi Laktasi	12



4. Komposisi ASI	16
5. Manfaat Pemberian ASI	17
6. Faktor yang mempengaruhi ASI	20
B. Pengeluaran ASI	24
C. Microcontroller Arduino Nuno	34
D. Portable Double Pumping Menggunakan Microcontroller Arduino Nano	42
1. Konsep Portable Double Pumping Menggunakan Microcontroller Arduino Nano	42
2. Bahan Portable Double Pumping Menggunakan Microcontroller Arduino Nano	48
E. Volume ASI	49
F. Kerangka Teori	52
G. Kerangka Konsep	53
H. Hipotesis Penelitian	54
I. Defenisi Operasional	54
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	56
A. Rancangan Penelitian	56
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	56
C. Bahan dan Alat	56
D. Populasi dan Sampel	58
Teknik Pengumpulan \Data	59
Teknik Analisa Data	61



G. Etika Penelitian	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
A. Hasil Penelitian	64
B. Pembahasan	65
C. Jawaban Hipotesis	71
D. Keterbatasan Penelitian	71
BAB V PENUTUP	72
A. Kesimpulan	72
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Anatomi Kelenjar Mamaria	12
Gambar 2. Board Arduino Nano	35
Gambar 3. Atmega 328	39
Gambar 4. Sensor Suhu Thermistor	41
Gambar 5. Pompa ASI portabel dengan Mikrokontroller Arduino Nano	44
Gambar 6. Flow chart ASI storage.....	45
Gambar 7. Alur cara kerja portabel Double Pumping dengan Mikrokontroller Arduino Nano.....	46
Gambar 8. Kerangka Teori Fisiologi Laktasi dan pemompaan	53
Gambar 9. Kerangka Konsep Penelitian.....	54
Gambar 10. Alur penelitian	60



DAFTAR TABEL

Tabel 1	: Panduan rata-rata ASI	52
Tabel 2	: Defenisi Operasional Variabel	54
Tabel 4.1	: Perbandingan rerata pengeluaran ASI antara payudara kanan dan kiri setelah dipompa selama 15 menit menggunakan portabel double pumping mikrokontroller Arduino nano	64



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rekomendasi Persetujuan Etik.

Lampiran 2. Permintaan Izin Penelitian.

Lampiran 3. Izin Penelitian.

Lampiran 4. Balasan Izin Penelitian.

Lampiran 5. Naskah Penjelasan Mendapatkan Persetujuan Subyek
Penelitian.

Lampiran 6. Formulir Persetujuan Mengikuti Penelitian.

Lampiran 7. Master Tabel Lembar Observasi.

Lampiran 8. Master Tabel Uji Normalitas

Lampiran 9. Hasil Uji Normalitas

Lampiran 10. Master Tabel Hasil Penelitian.

Lampiran 11. Hasil Uji Statistik Penelitian.

Lampiran 12. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air Susu Ibu sebagai dasar bagi kesehatan dan perkembangan bayi dan anak. Air Susu Ibu (ASI) mengandung banyak nutrisi dan zat antibodi untuk perlindungan terhadap infeksi bagi bayi karena mudah dicerna dan diserap dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan yang optimal bagi bayi, bahkan manfaat dari ASI telah banyak dibuktikan oleh para peneliti (Isaacs, 2005; Quigley, Kelly and Sacker, 2007; Sisk *et al.*, 2007; Kramer *et al.*, 2008; Bartick and Reinhold, 2010; American Academy of Pediatrics, 2012; Ballard and Morrow, 2013; Astuti *et al.*, 2015).

Berdasarkan resolusi *World Health Assembly (WHA)* tahun 2001 bahwa bayi berhak memperoleh ASI eksklusif sejak lahir sampai usia 6 bulan, baru kemudian dapat diberikan makanan pendamping ASI (MP-ASI). Pemberian ASI eksklusif selama 6 bulan dan berlanjut sampai 2 tahun pertama kehidupan dapat mencegah 13% dari 10 juta kematian setiap tahun untuk anak-anak di bawah 5 tahun. Namun dalam pemberian ASI Eksklusif pada 6 bulan kehidupan berbagai persoalan muncul dengan adanya ibu yang tidak menyusui bayinya, baik disengaja maupun tidak

et al., 2003; Ewaschuk *et al.*, 2011; Spitzer, Klos and Buettner,



2013; Andreas, Kampmann and Mehring Le-Doare, 2015; Astuti *et al.*, 2015).

Menurut *World Health Organization* (WHO, 2016) mengungkapkan bahwa rata-rata pemberian ASI Eksklusif di dunia baru 36 % bayi pada usia 0-6 bulan yang mendapatkan ASI eksklusif selama periode 2007 – 2014 (WHO 2017). Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013, pemberian ASI eksklusif pada bayi sampai berusia 6 bulan hanya 38% (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2013). Rendahnya cakupan pemberian ASI eksklusif menunjukkan bahwa tidak banyak ibu yang berhasil memberikan ASI eksklusif. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan ASI eksklusif adalah status pekerjaan ibu.

Penelitian membuktikan bahwa status pekerjaan ibu memiliki efek negatif terhadap durasi pemberian ASI (Earland, Ibrahim and Harpin, 1997). Data menunjukkan bahwa ibu yang tidak bekerja 3,5 kali lebih banyak memberikan ASI eksklusif kepada bayinya dibandingkan ibu bekerja (Earland, Ibrahim and Harpin, 1997; Noble, 2001; Ong *et al.*, 2005; Tan, 2011). Ini disebabkan karena adanya kesulitan untuk tetap memberikan ASI selama ibu bekerja (Noble, 2001; Biagioli, 2003; Ong *et al.*, 2005; Ryan, Zhou and Arensberg, 2006)

Menteri Kesehatan telah menetapkan pemberian ASI Eksklusif di Indonesia selama 6 bulan dan dilanjutkan sampai anak berusia 2 tahun

bih dengan pemberian makanan tambahan yang sesuai
erian Kesehatan RI, 2004). Menurut Pusat Data dan Informasi



Kementerian Kesehatan RI (PUSDATIN) bahwa ibu yang bekerja dan tidak bekerja dalam memberikan makan pra lacteal pada bayi usia 0-23 bulan pada tahun 2013 mencapai 40 % (Kemenkes RI, 2015). Bagi ibu bekerja memberikan ASI eksklusif bukan hal mudah (Gatrell, 2007). Ibu bekerja perlu memiliki sikap positif, pengetahuan, keterampilan, komitmen diri, komunikasi yang terbuka, serta dukungan sosial dan tempat bekerja agar berhasil memberikan ASI eksklusif (Hirani and Karmaliani, 2013).

Faktor-faktor yang menghambat pemberian ASI eksklusif pada ibu bekerja antara lain adanya persepsi bahwa ASI tidak cukup, kurangnya pengetahuan manajemen laktasi saat bekerja, kurangnya waktu untuk memerah ASI, fasilitas yang tidak kondusif untuk menyusui atau memerah ASI, tidak ada dukungan dari pimpinan selain itu adanya ketentuan untuk menjaga berat badan (Stevens and Janke, 2003; Quigley, Kelly and Sacker, 2007; Kramer *et al.*, 2008; Bartick and Reinhold, 2010).

Mengusahakan keberhasilan menyusui bagi ibu yang bekerja di tempat kerja ditegaskan dengan Peraturan Bersama Menteri Negara Pemberdayaan Perempuan, Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, dan Menteri Kesehatan No. 48/2008, No. Per. 27/2008, No. 1177/2008 tentang peningkatan pemberian ASI selama waktu kerja di tempat kerja.

Sementara itu, kajian lainnya menyatakan bahwa kembalinya ibu bekerja merupakan salah satu faktor yang menyebabkan angka

an ASI Eksklusif menurun. Hal ini dapat diketahui dari *The UK Infant Feeding* yang dilakukan pada tahun 2000 dengan



melibatkan sampel 9.500 ibu yang melahirkan bayi di Inggris, menunjukkan bahwa sebanyak 39 persen alasan berhenti menyusui karena kembalinya ibu bekerja (Hamlyn *et al.*, 2000). Demikian pula, hasil kajian (Ong *et al.*, 2005) dengan mewawancarai 2.149 ibu di Singapura menunjukkan pekerjaan merupakan alasan utama ibu-ibu untuk berhenti menyusui anaknya antara 2-6 bulan setelah melahirkan. Hal yang sama terjadi pada penelitian yang dilakukan (Bai, Fong and Tarrant, 2015) melalui survei terhadap 1.738 ibu yang kembali bekerja setelah melahirkan menunjukkan hanya 32 persen yang dapat melanjutkan menyusui anaknya.

Kondisi kembalinya ibu bekerja mempengaruhi menurunnya pemberian ASI Eksklusif di Indonesia. Penelitian yang dilakukan (Inayah and Dian, 2012) di Purwokerto, Jawa Tengah terhadap karyawan Perguruan Tinggi Negeri menunjukkan presentase pemberian ASI eksklusif hanya 21 persen. Kemudian, penelitian (Fauzie, 2004) di Jakarta menunjukkan bahwa hanya 3,8 persen ibu bekerja di Jakarta yang menyusui ASI eksklusif. Senada dengan hal di atas penelitian (Afriana, 2004) menunjukkan bahwa di Instansi Pemerintah DKI Jakarta, ibu bekerja yang dapat menyusui secara eksklusif hanya 28 persen. Penelitian secara kualitatif yang dilakukan oleh (E Wulandari, 2010) menunjukkan bahwa ibu bekerja terpaksa menghentikan penyusuan bayi

diganti dengan susu formula karena jarak tempat kerja yang jauh



dari rumah dan tidak tersedianya fasilitas bagi ibu untuk menyusui bayinya

Adapun kebijakan terkait pemberian ASI eksklusif yaitu : 1) Peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 tahun 2012 tentang pemberian ASI eksklusif yaitu pada pasal 30 ayat 3 yang bunyinya yaitu pengurus tempat kerja dan penyelenggara tempat sarana umum harus menyediakan fasilitas khusus untuk menyusui dan atau memerah ASI sesuai dengan kondisi kemampuan perusahaan, serta pasal 34 yang berbunyi pengurus tempat kerja wajib memberikan kesempatan kepada ibu yang bekerja untuk memberikan ASI eksklusif kepada bayi atau memerah ASI selama waktu kerja ditempat kerja. 2) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 15 tahun 2013 tentang tata cara penyediaan fasilitas khusus menyusui dan/atau memerah ASI

Dalam rangka menyukseskan program ASI eksklusif pada ibu bekerja, dalam situasi di mana bayi tidak mungkin menyusui misalnya ibu dipisahkan sementara dari bayinya, perlu bagi ibu untuk mengeluarkan ASI dan menyimpan untuk digunakan selama masa pemisahan, atau jika bayi tidak dapat secara aktif menyusui, misalnya karena kelahiran prematur, penyakit, atau dalam perawatan perlu untuk mengeluarkan ASI dari payudara ibu menggunakan pompa payudara.

Upaya untuk mencapai keberhasilan dalam menyusui sebelumnya

memastikan pengeluaran susu secara efektif, pompa payudara memenuhi persyaratan mekanis yang spesifik (Mills, 2009; Qi *et al.*,



2014). Secara khusus, pompa payudara harus secara efektif merangsang pada areola untuk meningkatkan produksi ASI ibu. Pompa ASI harus secara efektif mengeluarkan ASI dari payudara. Memompa sebaiknya tidak memberikan rasa sakit atau menyebabkan lecet pada puting susu dan areola.

Dewasa ini pompa payudara telah menjadi perlengkapan yang hampir ada di mana-mana, tidak hanya digunakan di rumah sakit bersalin tapi juga bekerja dan di rumah. Lebih dari 80% ibu mengeluarkan ASI pada 4 bulan pertama pascapersalinan, dengan proporsi terbesar terdiri dari primipara. Saat ini ada beberapa tipe pompa payudara yang digunakan dalam praktik kedokteran tipe pertama hanya menerapkan kekuatan vakum, sedangkan jenis kedua memberikan rangsangan tekanan vakum, menekan ke areola dan puting susu yang mirip dengan cara pengisapan bayi (ARDRAN, KEMP and LIND, 1958; Quigley, Kelly and Sacker, 2007; Kramer *et al.*, 2008; Bartick and Reinhold, 2010; Elad *et al.*, 2014)

Penggunaan pompa satu sisi memakan waktu lebih banyak dan menghasilkan pengeluaran susu rendah dibandingkan dengan pemompaan dua sisi (Prime *et al.*, 2012). Pada umumnya tekanan maksimal pompa payudara 270 mmHg sampai 300 mmHg dimana tekanan tersebut dapat mengakibatkan lecet pada payudara ibu (Kent *et*

3), sehingga alat pemompaan yang akan diciptakan ini memiliki vacum maksimal 250 mmHg dengan harapan tidak



mengakibatkan payudara lecet dan ibu tidak merasakan kesakitan pada saat pemompaan.

Dengan melihat permasalahan di atas, penulis termotivasi untuk membuat sebuah alat teknologi tepat guna dalam pelayanan kebidanan khususnya pada ibu nifas, berupa alat yaitu *Portable Double Pumping* menggunakan *Microcontroller Arduino Nano*. Model penyimpanan pompa ASI ini yang menggunakan perangkat *hardware* dan *software* yang dapat mengatur beberapa komponen berupa kecepatan pompa dan kekuatan sedot, alat ini berbeda dengan model pompa ASI terdahulu karena model pompa ASI ini akan tersambung langsung ke penyimpanan ASI menggunakan selang yang dapat meminimalkan kontaminasi bakteri pathogen dari luar sehingga ASI tetap terjaga dan menggunakan sensor sterilisasi, kemudian pompa ini dilengkapi dengan teknik pijatan dan diharapkan bisa memberikan efek relaksasi kepada ibu sehingga dapat meningkatkan produksi ASI.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, peneliti merumuskan masalah penelitian yaitu :

1. “Bagaimana cara kerja dari *Portable Double Pumping* menggunakan *Microcontroller Arduino Nano* ?”



2. “Apakah ada perbedaan rata-rata volume ASI antara payudara kanan dan kiri yang dihasilkan dari *Portable Double Pumping* menggunakan *Microcontroller Arduino Nano* ?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah mengkaji cara kerja dari *Portable Double Pumping* menggunakan *Microcontroller Arduino Nano* terhadap volume ASI.

2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah :

- a. Memahami cara kerja dari *Portable Double Pumping* *Microcontroller Arduino Nano*
- b. Menganalisis rata-rata perbedaan volume ASI yang dihasilkan antara payudara kanan dan kiri dari *Portable Double Pumping* *Microcontroller Arduino Nano*

D. Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah :

1. Kegunaan Teori

- a. Penelitian ini menciptakan sebuah alat yang menggabungkan 2

fungsi yaitu pemompaan dan penyimpanan. Sebuah alat yang



dapat dibawa saat bekerja dan memudahkan ibu menyusui serta menyimpan ASI yang ada.

- b. Mengembangkan teknologi tepat guna yang penerapannya dapat diterapkan dalam pelayanan kebidanan.

2. Kegunaan Praktis

- a. Membantu ibu menyusui yang mempunyai pekerjaan dalam memberikan ASI Eksklusif kepada bayi.
- b. Membantu ibu merasa nyaman dan aman dalam menyimpan pengeluaran ASI.
- c. Meningkatkan motivasi ibu untuk dapat menyusui walaupun dalam keadaan bekerja.
- d. Meningkatkan cakupan ASI Eksklusif yang masih rendah.
- e. Meningkatkan status gizi bayi melalui program pencapaian ASI Eksklusif.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Peneliti melakukan penelitian dengan desain penelitian quasi eksperimen dengan mengambil sampel ibu menyusui di wilayah Puskesmas setempat. Selain itu, peneliti mengambil sampel berupa ASI yang dikeluarkan melalui pemopaaan yang telah dirancang oleh peneliti untuk mengetahui volume ASI yang dihasilkan dari payudara kanan dan



F. Definisi Dan Istilah, Glosarium

1. **ASI** : Air Susu Ibu
2. **WHA** : World Health Assembly
3. **MP-ASI** : Makanan Pendamping Air Susu Ibu
4. **WHO** : World Health Organization
5. **RISKESDAS** : Riset Kesehatan Dasar
6. **PUSDATIN RI** : Pusat Data dan Informasi Republik Indonesia
7. **DKI** : Daerah Khusus Ibukota
8. **LDR** : Letdown Reflex
9. **ASIP** : Air Susu Ibu Perah
10. **PIH** : Prolaktin Inhibiting Hormon
11. **PRH** : Prolaktin Realising Hormon



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Susu Ibu (ASI)

1. Pengertian ASI

Air Susu Ibu (ASI) adalah makanan yang terbaik bagi bayi pada 6 bulan pertama kehidupannya. Semua kebutuhan nutrisi yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral sudah tercukupi dari ASI (Alekseev and Ilyin, 2016). Selain itu, ASI juga mengandung imun yang alami untuk menjaga daya tahan tubuh bayi karena bayi masih sangat rentan terhadap beberapa penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme dilingkungan barunya hingga membutuhkan antibody yang dapat melindunginya.

Air susu ibu (ASI) makanan utama bayi sehingga tidak ada jenis makanan lainnya yang dapat mendampingi kualitas ASI. Hanya ASI saja yang dapat diterima oleh sistim pencernaan bayi sehingga ASI harus diberikan secara eksklusif selama 6 bulan. Bayi mendapatkan ASI eksklusif selama 6 bulan pertama akan mengalami pertumbuhan otak yang optimal pada bagian otak dan kemampuan anak dalam bahasa, motorik, dan juga emosi.

Air susu ibu adalah makanan tunggal dan terbaik yang memenuhi

kebutuhan kembang bayi sampai usia 6 bulan. ASI yang keluar berwarna kuning, mengandung zat-zat penting yang



tidak dapat diperoleh dari sumber lain termasuk susu formula yang disebut sebagai kolustrum (Astuti *et al.*, 2015).

2. Anatomi payudara

Payudara tersusun dari jaringan kelenjar, jaringan ikat, dan jaringan lemak. Diameter payudara sekitar 10-12 cm. pada wanita yang tidak hamil berat rata-rata payudara sekitar 200 gram tergantung individu wanita tersebut. Pada akhir kehamilan akan berkisar 400-600 gram, sedangkan berat payudara pada masa menyusui dapat mencapai 600-800 gram.

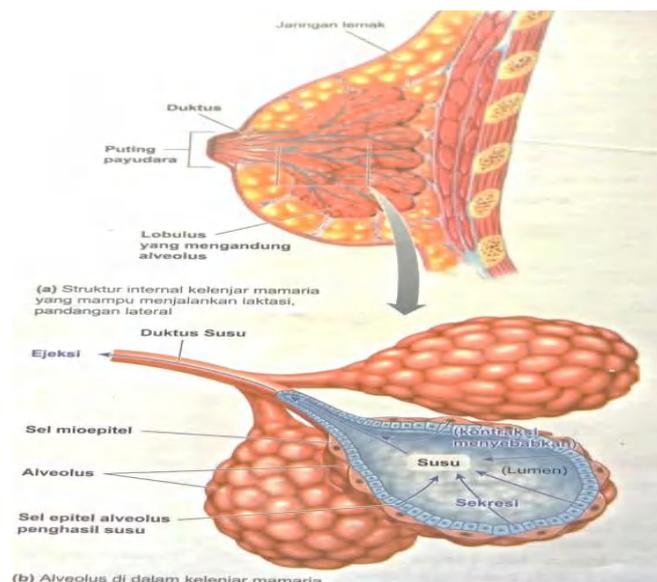
Ukuran payudara memang berbeda-beda, namun ukuran payudara tidak mempengaruhi kemampuan ibu untuk menyusui dan tidak menentukan banyaknya ASI yang dihasilkan. Hal ini disebabkan faktor utama yang menentukan jumlah produksi ASI adalah kerja hormon dan refleks menyusui.

Payudara terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu *corpus*/badan yang merupakan bagian besar, *aerola* yang merupakan bagian tengah berwarna kehitaman, dan *papilla*/puting yang merupakan bagian yang menonjol dipuncak payudara. Struktur payudara terdiri dari tiga bagian yaitu kulit, jaringan subkutan (jaringan bawah kulit), dan *corpus mammae*. *Corpus mammae* terdiri dari parenkim dan stroma. Parenkim merupakan suatu struktur yang terdiri dari *ductus laktiferus* (duktus),

lobulus (duktuli), lobus, dan *alveolus*. Struktur duktulus dan ductus pusat kearah puting susu.



Puting susu dan *areola* adalah gudang susu yang mempunyai pengaruh terhadap keberhasilan menyusui. Pada daerah ini terdapat ujung-ujung saraf peraba penting pada proses refleks saat menyusui. Puting susu terletak dibagian tengah payudara. Warnanya bermacam-macam dari yang merah muda pucat sampai hitam dan gelap selama masa kehamilan dan menyusui. Puting susu biasanya menonjol keluar dari permukaan payudara. Meskipun demikian, kadang dijumpai puting susu yang datar (*flat nipples*), atau masuk kedalam (*inverted nipples*) (Fikawati, Syafiq and Karima, 2015).



Gambar 1 : Anatomi Kelenjar Mamaria
Sumber : (Lauralee Sherwood, 2017)

3. Fisiologi Laktasi

Sekresi ASI merupakan suatu interaksi yang sangat kompleks

dihasilkan sebagai respons terhadap rangsangan mekanik, saraf, dan bermacam-macam hormon (Diana, 2016; Susilowati and Kuspriyanto, 2016). Selama



kehamilan terjadi perubahan pada hormon yang berfungsi mempersiapkan jaringan kelenjar susu untuk memproduksi ASI. Segera setelah melahirkan, bahkan dimulai sejak usia kehamilan 6 bulan, terjadi perubahan hormonal yang menyebabkan payudara mulai memproduksi ASI.

Saat hamil, terjadi pelepasan hormon estrogen dan progesteron oleh *korpus luteum* yang merangsang *adenohypophysis* untuk meningkatkan sintesis dan pelepasan prolaktin keperedaran darah. *Korpus luteum* juga melepaskan *hormon human plasenta lactogen* (HPL), *human chrionic gonadotropin* (HCG). Hormon prolaktin, HCG, HPL, estrogen, progesteron ditambah dengan hormon insulin, kortisol, tiroid, paratiroid, dan hormon pertumbuhan memengaruhi pembentukan ductus, lobulus, serta alveolus payudara. HPL, estrogen, dan progesteron juga menrangsang hipotalamus yang mensekresi *prolaktin inhibitory faktor* (PIF) sehingga akan menghambat kerja *adenohypophysis*.

Setelah melahirkan, prolaktin disekresi oleh *adenohypophysis*. Oksitosin dilepas oleh *neurohypophysis* karena adanya isapan dari bayi. Bekerjanya kedua hormon ini dibantu oleh hormon insulin, kortisol, tiroid, paratiroid, dan hormon pertumbuhan (merupakan hormon penunjang metabolic) (Mardiana Ahmad, 2016; Susilowati and

riyanto, 2016).



Setelah produksi ASI dimulai sesudah kelahiran, dua hormon berperan penting untuk mempertahankan laktasi : (1) prolaktin, yang meningkatkan sekresi susu, dan (2) oksitosin, yang menyebabkan ejeksi susu. Ejeksi susu, atau *milk letdown* merujuk kepada ekspulsi kuat susu dari *lumen alveolus* keluar melalui ductus. Pelepasan kedua hormon ini dirangsang oleh refleksi *neuroendokrin*.

1. Pelepasan oksitosin dan ejeksi susu.

Bayi tidak dapat secara langsung mengisap susu keluar dari *lumen alveolus*. Susu harus secara aktif diperas keluar dari *alveolus* dan masuk ke ductus ke arah puting payudara, oleh kontraksi sel-sel mioepitel khusus (sel epitel yang mirip otot polos) yang mengelilingi setiap *alveolus*. Pengisapan payudara oleh bayi merangsang ujung saraf sensorik di puting, menimbulkan potensial yang merambat naik melalui korda spinalis ke hipotalamus. Hipotalamus, setelah diaktifkan memicu pengeluaran oksitosin dari hipofisis posterior. Oksitosin kemudian merangsang kontraksi sel mioepitel di payudara untuk menyebabkan ejeksi susu. Ejeksi susu ini hanya berlangsung selama bayi menyusui. Dengan cara ini, refleksi ejeksi susu menjamin bahwa payudara mengeluarkan susu hanya ketika diperlukan dan dalam jumlah yang dibutuhkan oleh bayi. Meskipun *alveolus* penuh susu, susu tersebut tidak dapat

keluarkan tanpa oksitosin. Namun refleksi ini dapat terkondisi oleh rangsangan diluar isapan. Sebagai contoh, tangisan bayi dapat



memicu ejeksi susu, menyebabkan susu keluar dari puting. Sebaliknya, stress psikologi yang bekerja melalui hipotalamus dapat dengan mudah menghambat ejeksi susu. Karena itu, sikap positif terhadap menyusui dan lingkungan yang santai merupakan hal yang esensial bagi keberhasilan proses menyusui (Lauralee Sherwood, 2017)

Faktor-faktor yang bisa meningkatkan refleks *letdown* adalah ketika melihat bayi, mendengarkan suara bayi, mencium bayi, dan memikirkan untuk menyusui bayi. Sementara faktor-faktor yang bisa menghambat refleks *letdown* adalah kondisi stress, seperti keadaan bingung, pikiran kacau, takut, dan cemas (Susilowati and Kuspriyanto, 2016)

2. Pelepasan prolaktin dan sekresi susu

Pengisapan tidak saja memicu pelepasan oksitosin tetapi juga merangsang produksi prolaktin. Pengeluaran prolaktin oleh hipofisis anterior dikontrol oleh dua sekresi hipotalamus : *prolaktin inhibiting hormon* (PIH) dan *prolaktin realising hormon* (PRH). PIH sekarang diketahui merupakan dopamin, yang berfungsi sebagai neurotransmitter di otak. Sifat kimiawi PRH belum diketahui dengan pasti, tetapi para ilmuwan mencurigai PRH sebagai oksitosin yang dikeluarkan oleh hipotalamus kedalam system porta hipotalamus-hipofisis untuk merangsang sekresi prolaktin oleh hipofisis anterior.



Sepanjang kehidupan seorang wanita, PIH memiliki pengaruh dominan sebagai konsentrasi prolaktin normalnya tetap rendah. Selama laktasi, setiap kali bayi mengisap terjadi letupan sekresi prolaktin. Impuls-impuls eferen yang dipicu di puting payudara oleh pengisapan dibawah oleh korda spinalis ke hipotalamus. Refleksi ini akhirnya menyebabkan pelepasan prolaktin oleh hipofisis anterior, meskipun belum jelas apakah ini disebabkan oleh inhibisi sekresi PIH, atau stimulasi PRH atau keduanya. Prolaktin kemudian bekerja pada epitel alveoulus untuk mendorong sekresi susu untuk menggantikan susu yang keluar. Stimulasi secara bersamaan ejeksi dan produksi susu oleh isapan memastikan bahwa kecepatan produksi susu seimbang dengan kebutuhan bayi terhadap susu. Semakin sering menyusui, semakin banyak susu yang keluar melalui ejeksi dan semakin banyak susu yang diproduksi untuk pemberian berikutnya (Lauralee Sherwood, 2017)

Fungsi lain dari prolaktin adalah menekan fungsi indung telur (ovarium). Efek penekanan ini pada ibu menyusui secara eksklusif adalah memperlambat kembalinya fungsi kesuburan dan haid. Memberikan ASI eksklusif pada bayi dapat menjadi alat keluarga berencana alami bagi ibu dengan tiga syarat yaitu :

- (1) Bayi berumur kurang dari 6 bulan
- (2) Ibu belum menstruasi kembali, dan
- (3) Frekuensi menyusui bayi lebih dari 8 kali dalam satu hari



4. Komposisi ASI

Komposisi ASI tidak sama dari waktu ke waktu. Komposisi ASI dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya stadium laktasi, stadium gizi dan isapan ibu. Menurut stadium laktasi, ASI terbagi menjadi :

a) Kolostrum

Kolustrum merupakan ASI yang kental berwarna kuning yang dihasilkan sejak hari pertama sampai dengan hari ke-7 hingga hari ke-10 setelah ibu melahirkan. Warna kuning berasal dari beta karoten. Bila dipanaskan kolostrum akan menggumpal, sedangkan ASI matur tidak. Volume kolostrum berkisar antara 2-10 ml dalam 3 hari pertama setelah melahirkan.

b) ASI Transisi/peralihan

ASI transisi merupakan peralihan dari kolustrum sampai menjadi ASI matur. ASI transisi diproduksi pada hari ke-7 atau ke-10 sampai 2 minggu pasca melahirkan. Kandungan vitaminnya lebih rendah dari kolustrum. Kadar protein makin merendah sedangkan kadar karbohidrat dan lemak semakin tinggi sedangkan volume akan semakin meningkat.

c) ASI matur

ASI matur merupakan kandungan terbesar ASI yang disekresi pada minggu ke-2 setelah melahirkan dan seterusnya. Pada ibu yang

perhatikan dengan produksi ASI cukup, ASI merupakan satu-satunya yang paling baik dan cukup untuk bayi sampai umur enam bulan,



tidak menggumpal jika dipanaskan (Nurhaedah Jafar, 2011; Fikawati, Syafiq and Karima, 2015)

5. Manfaat pemberian ASI

a. Manfaat pemberian ASI bagi bayi

- 1) ASI merupakan sumber gizi yang sangat ideal dengan kualitas dan kuantitas zat gizi yang optimal. Komposisi ASI yang tepat untuk kebutuhan tumbuh kembang bayi berdasarkan usianya dan berbeda antara ibu yang satu dan yang lainnya. Setelah ASI eksklusif enam bulan, ASI dapat diteruskan hingga usia dua tahun atau lebih.
- 2) ASI menurunkan risiko kematian neonatal. Bayi mendapat zat kekebalan tubuh ibu yang diperoleh melalui ASI. Bayi hanya mengonsumsi ASI memiliki risiko yang lebih rendah untuk mengalami diare dan penyakit infeksi lainnya.
- 3) ASI meningkatkan daya tahan tubuh bayi. Kolustrum mengandung zat kekebalan 10-17 kali lebih banyak dari ASI matur, sementara zat kekebalan yang terdapat dalam ASI matur akan melindungi bayi dari alergi, muntah dan mencret, kanker pada anak (*limfoma maligna, hodgkin, leukemia, dan neuroblastoma*), sepsis dan meningitis.
- 4) ASI mudah dicerna, diserap, dan mengandung enzim pencernaan.

ASI mengandung protein dan asam lemak dengan rasio yang pas sehingga lebih mudah dicerna oleh bayi. Adanya Bifidobacterium



pada ASI mempermudah proses pencernaan. Berbagai jenis enzim pada ASI (amilase, lipase, protease, lisozim, peroksidase, dan sebagainya) membantu proses pencernaan sehingga ASI mudah diserap.

- 5) ASI mengandung zat penangkal penyakit. Efek perlindungan ini dikarenakan adanya immunoglobulin (Ig A, Ig M, Ig D, dan Ig E), leukosit (pada kolustrum) anti bakteri di dalam ASI.
- 6) ASI tidak menyebabkan alergi. ASI eksklusif membantu pematangan “pelapis usus” dan menghalangi masuknya molekul pemicu alergi. Oligasakarida, sitokin, glikoprotein, LC-PUFA, lisozim, dan nekletida pada ASI dapat mengendalikan reaksi tubuh terhadap bahan asing.

b. Manfaat pemberian ASI bagi ibu

- 1) Mencegah perdarahan pasca persalinan dan membantu pengerutan uterus, isapan bayi pada puting menyebabkan kontraksi otot polos di sekitar rahim untuk mengerut kembali ke posisi semula dan mencegah terjadinya perdarahan pasca persalinan.
- 2) Mengurangi anemia, dengan dicegahnya perdarahan maka risiko anemia karena perlindungan darah dapat dicegah.
- 3) Mengurangi risiko kanker ovarium dan payudara, semakin besar

frekuensi menyusui maka semakin besar efek perlindungan terhadap kanker ovarium dan payudara.



- 4) Memberikan rasa yang dibutuhkan, secara psikis proses menyusui akan menumbuhkan rasa bangga dan membuat ibu merasa dibutuhkan.
- 5) Mempercepat kembali keberat badan semula, menyusui merupakan cara yang tepat untuk mengeluarkan kalori yang diambil dari cadangan lemak ibu.
- 6) Sebagai metode Keluarga Berencana (KB) sementara, pemberian ASI memengaruhi kerja hormon dan menghambat ovulasi pada masa kurang dari 6 bulan dengan ASI eksklusif.

c. Manfaat pemberian ASI bagi keluarga

- 1) Menghemat biaya, keluarga tidak perlu membeli susu formula, dot, dan perlengkapan lainnya.
- 2) Anak sehat dan jarang sakit, anak terhindar dari alergi dan infeksi penyakit sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya kesehatan.
- 3) Mudah pemberiannya, ASI dapat diberikan secara langsung secara on demand tanpa repot harus membersihkan botol dan meracik susu formula (Susilowati and Kuspriyanto, 2016; Lauralee Sherwood, 2017).

6. Faktor yang memengaruhi produksi ASI

1) Makanan

Makanan yang dikonsumsi ibu menyusui sangat berpengaruh

terhadap produksi ASI. Apabila makanan yang ibu makan cukup



akan gizi dan pola makan yang teratur, maka produksi ASI akan berjalan dengan lancar.

2) Ketenangan jiwa dan pikiran

Untuk memproduksi ASI yang baik, maka kondisi kejiwaan dan pikiran harus tenang. Keadaan psikis yang tertekan, sedih, dan tegang, akan menurunkan volume ASI.

Ibu yang cemas dan stress dapat mengganggu laktasi sehingga memengaruhi produksi ASI karena menghambat pengeluaran ASI. Pengeluaran ASI akan berlangsung baik pada ibu yang merasa rileks dan nyaman. Penyakit infeksi baik kronik maupun akut yang mengganggu proses laktasi dapat memengaruhi produksi ASI.

3) Penggunaan alat kontrasepsi

Penggunaan alat kontrasepsi pada ibu menyusui perlu diperhatikan agar tidak mengurangi produksi ASI. Contoh alat kontrasepsi yang bisa digunakan adalah kondom, IUD, pil khusus menyusui, ataupun suntik hormonal 3 bulan.

Penggunaan pil kontrasepsi kombinasi estrogen dan progestin berkaitan dengan penurunan volume dan durasi ASI, sebaliknya bila pil hanya mengandung progestin maka tidak ada dampak terhadap volume ASI. Berdasarkan hal ini, WHO merekomendasikan pil progestin untuk ibu menyusui yang

enggunakan pil kontrasepsi.



4) Perawatan payudara

Perawatan payudara bermanfaat merangsang payudara memengaruhi hipofisis untuk mengeluarkan hormon prolactin dan oksitosin.

5) Anatomi payudara

Jumlah lobulus dalam payudara juga memengaruhi produksi ASI. Selain itu, perlu diperhatikan juga bentuk anatomis puting susu ibu.

6) Pola istirahat

Faktor istirahat memengaruhi produksi dan pengeluaran ASI. Apabila kondisi ibu terlalu Lelah, kurang istirahat maka ASI juga berkurang.

7) Faktor isapan anak dan frekuensi menyusui

Semakin sering bayi menyusui pada payudara ibu, maka produksi dan pengeluaran ASI akan semakin banyak. Direkomendasikan penyusuan paling sedikit 8 kali per hari pada periode awal setelah melahirkan. Frekuensi penyusuan ini berkaitan dengan kemampuan stimulasi hormon dalam kelenjar payudara.

8) Faktor obat-obatan

Diperkirakan obat-obatan yang mengandung hormon memengaruhi hormon prolactin dan oksitosin yang berfungsi dalam pembentukan dan pengeluaran ASI. Apabila hormon-hormon ini terganggu

dengan sendirinya maka akan memengaruhi pembentukan dan pengeluaran ASI.



9) Berat lahir bayi

Bayi berat badan lahir rendah (BBLR) mempunyai kemampuan mengisap ASI yang lebih rendah dibandingkan bayi dengan berat lahir normal (>2500gr). Kemampuan mengisap ASI yang lebih rendah ini meliputi frekuensi dan lama penyusuan yang lebih rendah dibandingkan bayi berat badan lahir normal yang akan memengaruhi stimulasi hormon prolactin dan oksitosin dalam memproduksi ASI.

10) Umur kehamilan saat melahirkan

Umur kehamilan dan berat lahir memengaruhi produksi ASI. Hal ini disebabkan bayi yang lahir premature (umur kurang 34 minggu) sangat lemah dan tidak mampu mengisap secara efektif sehingga produksi ASI lebih rendah dari pada bayi yang lahir cukup bulan. Lemahnya kemampuan mengisap pada bayi prematur dapat disebabkan berat badan yang rendah dan belum sempurnanya fungsi organ.

11) Umur dan paritas

Umur dan paritas tidak berhubungan atau kecil hubungannya dengan produksi ASI yang diukur sebagai intik bayi terhadap ASI. Pada ibu menyusui, usia remaja dengan gizi baik, intik ASI mencukupi berdasarkan pengukuran pertumbuhan 22 bayi dan 25 bayi. Pada ibu yang melahirkan lebih dari satu kali, produksi ASI



pada hari keempat setelah melahirkan lebih tinggi dibandingkan ibu yang melahirkan pertama kali.

12)Merokok

Merokok dapat mengurangi volume ASI karena akan mengganggu hormon prolactin dan oksitosin untuk produksi ASI. Merokok akan menstimulasi pelepasan adrenalin dimana adrenalin akan menghambat pelepasan oksitosin (Susilowati and Kuspriyanto, 2016)

B. Pengeluaran ASI

Air Susu Ibu (ASI) dapat dikeluarkan dengan cara manual, baik menggunakan sebuah pompa atau bahkan memadukan dari kedua tehnik tersebut (Eglash and Malloy, 2015). Sebelum tahun 1920-an, telah banyak cara untuk mengeluarkan ASI selain dengan melakukan perawatan juga mengeluarkan secara manual (Martucci, 2013; Eglash and Malloy, 2015).

Pompa payudara telah ada dalam bentuk sederhana bersamaan dengan seni memerah menggunakan tangan sejak 2500 tahun (Obladen, 2012; Eglash and Malloy, 2015). Perkembangan teknologi di dunia kesehatan dimana pengeluaran dan penyimpan ASI tetap terjaga kesterilan mampu menandingi manfaat mengeluarkan ASI dengan tangan dan perawatan payudara (Eglash and Malloy, 2015)

Pompa listrik modern mulai digunakan pada 1920-an metode yang

umum digunakan yaitu perawatan payudara dan mengeluarkan ASI manual (Martucci, 2013). Pompa payudara modern mulai



digunakan tahun 1920, dimana meningkatnya jumlah persalinan di rumah sakit dengan memperkenalkan pompa Abt. Pompa ini digunakan secara rutin di rumah sakit untuk membantu menambah jumlah ketersediaan ASI, untuk ibu yang memiliki bayi prematur, puting susu yang nyeri, atau dalam kasus produksi ASI rendah (MacDonald, 1925).

Sebagian besar ibu memerah ASI dengan alasan yaitu : (Brown *et al.*, 2005; Clemons and Amir, 2010)

1. Untuk meningkatkan jumlah pasokan ASI
2. Prematuritas
3. Ibu dan bayi yang dipisahkan
4. Kelahiran kembar
5. Memberikan ASI kepada keluarga lain
6. Agar tetap menyusui untuk merawat bayi yang diadopsi
7. Menyimpan ASI
8. Untuk kenyamanan ibu
9. Puting tenggelam

Adapun teknik untuk memerah ASI yaitu :

1. Memerah dengan tangan

Memerah dengan tangan merupakan teknik dasar yang harus diajarkan kepada seorang ibu dalam 24 jam setelah bayi lahir supaya ia percaya diri menghadapi semua masalah yang mungkin timbul,

serta memberikan susu suplemen untuk ASI bila bayi sakit, tidak dapat menyusui dengan baik, atau terpisah dari ibu karena berbagai



alasan. Juga dapat membantu ibu mengatasi persoalan-persoalan lain, seperti puting yang tidak menonjol atau terjadi pembengkakan payudara. Pemerahan susu dengan tangan lebih direkomendasikan dari pada dengan pompa payudara karena pada hari-hari pertama, kadar kolustrum masih rendah dan dapat hilang/tertinggal dalam pompa payudara (UNICEF UK, 2008). Memerah dengan tangan juga menghasilkan stimulus sentuhan yang memacu hormon laktasi dan memungkinkan ibu untuk memilih daerah-daerah khusus pada payudara bila ada saluran-saluran yang tersumbat. Bila pemerahan dengan tangan hanya satu-satunya cara untuk mengosongkan payudara, maka ibu harus didorong untuk memerah paling sedikit memerah paling sedikit delapan kali sehari, termasuk di malam hari ketika kadar prolaktin paling tinggi (UNICEF, 2010).

Breastfeeding Network/BFI (UNICEF UK, 2008) menjelaskan untuk mengedukasi para ibu tentang teknik yang benar dan tepat dalam memerah ASI dengan tangan, serta menerangkan bagaimana proses menyusui berlangsung, akan mendorong ibu untuk percaya diri dan memberdayakan mereka dalam mengatasi kesulitan-kesulitan yang mungkin akan dihadapi. Melatih memerah ASI dengan tangan paling baik dilakukan dengan menggunakan sebuah model payudara. Cara “tanpa menyentuh” (*hands off*) harus dilakukan kecuali bila ibu

intanya. Juga tersedia brosur yang dapat diberikan kepada ibu



yang menjelaskan prosedur dalam kata-kata dan gambar-gambar, yang dapat membantu dalam latihan maupun edukasi.

pemijatan payudara yang dilakukan dengan baik dan benar sangat penting untuk menstimulasi keluarnya ASI dan harus dilakukan sebelum memerah dengan tangan atau ketika menggunakan pompa (Jones and Spencer, 2007).

Cara lain untuk membantu penyemburan ASI adalah memerahnya didekat bayi bila memungkinkan atau didekat gambar atau pakaian bayi; bau dan suara bayi menstimulasi pengeluaran ASI (*letdown reflex*). Perasaan cemas merupakan penghalang bagi refleksi *let-down* dan oleh karena itu lingkungan atau keadaan sekelilingnya harus dipertimbangkan, khususnya bila ibu tidak berada dirumahnya sendiri.

Dirumah sakit harus tersedia ruang khusus dimana ibu tahu bahwa dia tidak akan diganggu. Kenyamanan fisik juga penting dan oleh karena itu ibu harus diingatkan agar mengosongkan kandung kemihnya sebelum memulainya dan pastikan bahwa ia mendapat kursi yang nyaman, minuman di dekatnya atau segala sesuatu yang dibutuhkannya (Maria Pollard, 2015).

2. Tata Kelola ASI Perah Menurut Peraturan Menteri Kesehatan

Pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 15 tahun 2013 pada pasal 6 tercantum bahwa :



etiap pengurus tempat kerja dan penyelenggara tempat sarana umum harus memberikan kesempatan bagi ibu yang bekerja

didalam ruangan dan atau diluar ruangan untuk menyusui dan atau memerah ASI pada waktu kerja di tempat kerja.

- b) Pemberian kesempatan bagi ibu yang bekerja didalam dan di luar ruangan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa penyediaan ruang ASI sesuai standar.

Oleh karena itu, saat ini berbagai tempat umum dan tempat kerja telah menyediakan ruangan untuk menyusui dan atau memerah ASI. Namun perlu diperhatikan juga tata kelola ASI perah agar kualitas ASI tetap terjaga. Adapun tata kelola ASI Perah yaitu :

1. Saat yang tepat untuk memerah ASI ketika bekerja

Air susu Ibu diperah secara rutin minimal 2-3 jam dan tidak menunggu payudara terasa penuh. Akan lebih sulit untuk memerah jika payudara sudah bengkak dan akan terasa nyeri serta akan menyebabkan penurunan produksi ASI.

2. Langkah-langkah pelaksanaan pemerah ASI

- a. Menyiapkan perlengkapan

Perlengkapan memerah ASI dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan ibu, yaitu :

- 1) Gelas cangkir untuk menampung ASI perah
- 2) Botol untuk menyiapkan ASI yang diperah
- 3) Label dan spidol
- 4) *Cooler box*/termos dan *blue ice*
- 5) Jika diperlukan memerah dapat menggunakan pompa ASI



b. Persiapan sebelum memerah ASI

- 1) Melakukan sterilisasi wadah ASI. Caranya dengan memasukkan air mendidih kedalam wadah tersebut, lalu dibiarkan selama beberapa menit kemudian buang airnya.
- 2) Menyiapkan lap atau tisu yang bersih
- 3) Mencuci tangan sampai bersih, dengan menggunakan sabun kita bersihkan sela-sela jari dan kuku sebelum menyentuh payudara dan wadah ASI.
- 4) Kondisi ibu harus tenang dan santai, caranya duduk dengan nyaman pikirkan bayi atau dengarkan rekaman suara atau foto bayi.
- 5) Bila memungkinkan payudara dapat dikompres dulu dengan lap yang telah dibasahi air hangat.
- 6) Melakukan pijatan ringan pada sekeliling payudara (Kemenkes RI, 2015)

3. Menggunakan sebuah pompa

Makin lama makin banyak ibu yang menggunakan pompa payudara sebagai bagian perlengkapan mereka dalam menyusui oleh karena itu para profesional pelayanan kesehatan diwajibkan untuk mendorong dan mengedukasi para ibu menyusui tentang manfaat serta risiko bila menggunakan sebuah pompa dan juga bagaimana penggunaan secara

n. Para ibu dari bayi prematur menggunakan alat ini untuk menghasilkan dan mendapatkan suplai susu secara



berkesinambungan. Sedangkan ibu menyusui lainnya menggunakan pompa payudara untuk mengeluarkan ASI yang akan digunakan ketika mereka terpisah dari bayinya seperti karena pergi keluar rumah pada sore hari atau kembali bekerja (Maria Pollard, 2015). Namun, bila digunakan secara tidak tepat, pompa payudara dapat menimbulkan rasa sakit, kerusakan jaringan puting dan payudara, ASI terkontaminasi dan menimbulkan infeksi (Buckley, 2009)

Pompa payudara elektronik terdiri dari sebuah pelindung di atas puting dan aerola serta pompa yang menciptakan keadaan vakum agar ASI keluar. Alat ini dirancang untuk meniru cara bayi menyusui (*suckling*), vakum, dan irama mengisap; pompa 2 fase dimulai dengan irama yang lebih cepat, untuk memulai refleks *let down* dan kemudian secara bertahap melambat ketika ASI sudah mengalir. Peralatan ini dapat dibeli dan disewa. Akan sangat membantu bila para bidan atau petugas kesehatan dapat memberikan informasi mengenai tempat penyewaan pompa elektrik. Beberapa ibu membeli pompa tangan yang lebih murah dan dapat dioperasikan secara elektronik maupun manual.

Kualitas pengeluaran ASI selama pemompaan, seperti kecepatan aliran dan volume ASI berbeda antara satu ibu dengan ibu yang lain (Prime *et al.*, 2011). Para ibu biasanya merasakan kekecawaan pada

pertama menyusui (Ramsay *et al.*, 2004).



Lebih dari 50% pengeluaran ASI biasanya terjadi pada 7 menit pertama pemompaan dengan jumlah ASI yang dikeluarkan bergantung pada tekanan vakum yang digunakan pada pompa (Kent *et al.*, 2008). Sehingga tekanan vakum yang digunakan saat memompa dapat mempengaruhi pengeluaran ASI sekitar 50% sampai 80% dari total volume yang ada. Oleh Karena itu, penggunaan tekanan vakum maksimal dilakukan pada saat ASI sudah mengalir yang dapat memberikan keuntungan yaitu untuk meningkatkan pengeluaran ASI (Kent *et al.*, 2008). Tekanan isapan bayi yang cukup bulan mulai dari 50 sampai 197 mmHg (Prieto *et al.*, 1996; Biagioli, 2003; Obladen, 2012).

Bila ibu menggunakan pompa untuk mengeluarkan ASI atau mengganti kebutuhan nutrisi bayinya, intruksi yang sama mengenai seberapa sering ia harus memerah juga harus diberikan. Tidak semua pelindung payudara cocok bagi para ibu dan harus dipastikan bahwa pelindung itu dapat melekat dengan erat dan tidak akan merusak jaringan. Bila menimbulkan rasa sakit, maka pelindung tersebut mungkin terlalu besar atau terlalu kecil.

Pemompaan ganda (kedua payudara sekaligus) merupakan pilihan yang baik para ibu yang memerah ASI secara teratur, karena dapat menghemat waktu dan meningkatkan kadar prolaktin, dan dengan

irinya juga produksi ASI. Untuk pemompaan tunggal, lama pompa adalah kira-kira 15 menit untuk tiap payudara, tetapi



dengan pemompaan ganda jumlah seluruhnya kira-kira 10-15 menit.

Dalam melakukan pemompaan ibu harus :

1. Mempersiapkan lingkungan untuk mengurangi rasa cemas dan menambah kenyamanan, dan membayangkan bayinya bila memerah tidak mungkin dilakukan di dekat bayi
2. Mencuci tangan dengan sabun dan air, dan gunakan seperangkat pompa yang bersih (digunakan hanya untuk satu orang dirumah sakit)
3. Melakukan masase payudara untuk mendorong terjadinya *let-down reflex* dan teruskan selama prosedur berjalan.
4. Mencari posisi yang nyaman dan dapat dipertahankan
5. Menyangga payudara dengan jari-jari yang mendarat pada iga, dibawah payudara dan dengan ibu jari membentuk sudut yang tepat terhadap jari-jari
6. Memastikan bahwa puting berada ditengah-tengah corong pelindung payudara; ibu tidak boleh menekan corong terlalu keras pada jaringan payudara karena dapat menimbulkan trauma; tetapi harus memastikan bahwa corong cukup dekat untuk mempertahankan keadaan vakum.
7. Memulai dengan vakum yang paling rendah dan secara bertahap meningkat; (Kent *et al.*, 2008) menemukan dalam suatu penelitian

kecil pada 23 ibu, bahwa mengeluarkan ASI pada keadaan vakum



yang dirasa paling nyaman bagi ibu akan meningkatkan aliran susu dan memperbanyak hasil

8. Tidak melepas pelindung saat masih dalam keadaan vakum karena dapat menimbulkan trauma pada puting maupun payudara (Maria Pollard, 2015)

Jenis pompa payudara manual dan elektrik yaitu :

1. Pompa manual

Pompa manual menggunakan tangan dengan berulang kali mendorong atau meremas payudara untuk menghasilkan vakum. Pompa manual ini memiliki harga lebih murah, lebih tenang, dan lebih mudah untuk dipindahkan. Karena menggunakannya tidak membutuhkan listrik atau baterai nyaman digunakan di berbagai tempat (Eglash and Malloy, 2015).

Kebanyakan pompa payudara manual yaitu satu sisi memakan waktu yang sangat lama dalam mengeluarkan ASI dibandingkan dengan pompa dua sisi (Auerbach, 1990). Tidak ada penelitian yang pasti mengenai pengeluaran volume ASI menggunakan pompa listrik lebih tinggi dari pompa manual (Becker, Smith and Cooney, 2016).

Pompa manual merupakan pilihan yang baik bagi ibu yang tidak sering menggunakan pompa dikarenakan pompanya tidak mahal dan pompa manual tidak menjadi pilihan yang deal untuk seorang ibu yang

iliki waktu dalam mengeluarkan ASI seperti di tempat kerja, atau



ibu yang rutin memompa ASI dan ibu yang memberi susu dengan botol (Eglash and Malloy, 2015).

2. Pompa Elektrik

a) Single-Sided Versus Double Pompa Sided

Kebanyakan pompa listrik pribadi memberikan pilihan untuk mengeluarkan ASI dari satu atau dua sisi. Beberapa ibu akan mengeluarkan ASI dengan satu sisi dan melakukan perawatan dalam situasi tertentu, seperti saat 1 puting susu cukup sakit. Jenis pompa yang murah kebanyakan pompa satu sisi. Mengeluarkan ASI dengan pompa listrik memakan waktu lebih banyak dan hasil pengeluaran susu lebih rendah dibandingkan dengan pemompaan payudara dengan listrik ganda (Prime *et al.*, 2012).

Satu penelitian yang dilakukan terhadap 161 Ibu di Uganda yang bayinya sedang dirawat di ruang African NICU menunjukkan bahwa ibu yang mengeluarkan susu menggunakan pompa payudara listrik ganda menghasilkan volume susu yang lebih banyak dibandingkan dengan ibu yang melakukan pengeluaran susu dengan pemompaan satu sisi.

C. Microcontroller Arduino Nano

1. Pengertian *Microcontroller*



Microcontrollers adalah komputer chip tunggal yang dapat digunakan untuk sistem *real-time* kontrol. Dengan biaya yang relatif

mudah, satu chip dan mudah untuk program, secara tradisional telah diprogram menggunakan bahasa *assembly prosesor target*. Perkembangan terbaru dalam bidang elektro dan untuk program perangkat ini menggunakan bahasa tingkat tinggi seperti BASIC, PASCAL atau C. Oleh karena itu, control algoritma yang rumit dapat dikembangkan dan diterapkan di mikrokontroler.

Mikrokontroler (pengendali mikro) pada suatu rangkaian elektronik berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalannya proses kerja dari rangkaian elektronik (Andrianto and Darmawan, 2016).



Gambar 2. Board Arduino Nano
Sumber : store.arduino.cc/arduino-nano

2. Arduino Board

Board Arduino terdiri dari hardware / modul mikrokontroler yang siap pakai dan *software Integrated Development Environment (IDE)* yang digunakan untuk memprogram sehingga kita bisa belajar dengan mudah. Kelebihan dari Arduino yaitu kita tidak direpotkan dengan rangkaian minimum sistem dan *programmer* karena sudah *built in* dalam satu *board*. Oleh sebab itu kita bisa fokus ke pengembangan

m.



Arduino adalah *platform open source* elektronik berdasarkan kemudahan dalam menggunakan *hardware* dan *software*. Arduino *board* mampu membaca input cahaya pada sensor, jari pada tombol, atau sebuah pesan *twitter* dan mengubahnya menjadi *output*, kemudian mengaktifkan motor, menyalakan *Light Emitting Diode* (LED), penerbitan secara *online*. Dengan Arduino dapat memberitahu forum apa yang harus dilakukan dengan mengirimkan serangkaian instruksi untuk papan mikrokontroler. Untuk melakukannya dapat menggunakan Arduino pemrograman bahasa (berdasarkan kabel), dan Arduino perangkat lunak (IDE), serta berdasarkan pengolahan (Andrianto and Darmawan, 2016).

Arduino dilahirkan di Institut desain interaksi Ivrea sebagai alat yang mudah untuk *prototype* cepat, ditujukan untuk mahasiswa yang tidak memiliki latar belakang dalam bidang teknik elektro dan pemrograman. Segera setelah itu akan menyebar di masyarakat yang lebih luas, *Arduino Board* mulai berubah untuk beradaptasi dengan kebutuhan-kebutuhan yang baru dan beberapa tantangan, membedakan tawaran dari sederhana 8-bit papan untuk produk-produk untuk aplikasi IoT, dapat dipakai, 3D pencetakan, dan tertanam lingkungan. Semua perangkat Arduino sepenuhnya *open source*, memberdayakan pengguna untuk membangun aplikasi mandiri dan nya dapat beradaptasi kepada pemula dengan kebutuhan.



Perangkat lunak arduino juga merupakan *open-source* dan berkembang melalui kontribusi dari pengguna di seluruh dunia.

Untuk praktek perangkat Arduino dengan menggunakan *project board* (ada yang menyebutnya dengan istilah *bread board*) dan beberapa kabel *jumper* untuk menghubungkan antara komponen dan Arduino Dengan *project board* tidak perlu menyolder rangkaian sehingga relatif mudah dan cepat dalam merangkai. *Project board* memungkinkan untuk membangun dan membongkar rangkaian dengan cepat sehingga sangat cocok untuk eksperimen. Tapi jika ingin membuat rangkaian yang permanen, maka harus menggunakan *Printed Circuit Board (PCB)*. Hal terpenting adalah, bahwa memahami jalur-jalur pada *project board*. *Project board* terdiri dari jalur vertikal dan jalur horisontal. Jalur vertikal ada di bagian tengah yang terdiri dari 2 x 64 jalur.

3. Kelebihan Penggunaan Arduino Nano

Perangkat Arduino merupakan perangkat sederhana dan mudah diakses. Arduino telah digunakan dalam ribuan proyek-proyek yang berbeda dan berbagai aplikasi. Perangkat lunak ini sangat mudah digunakan untuk pemula, namun cukup fleksibel untuk pengguna tingkat lanjut. Perangkat *software* ini dapat dijalankan pada *Mac*, *Windows*, dan *Linux*. Pendidik dan mahasiswa dapat menggunakan

untuk membangun instrument ilmiah dengan biaya yang minimal,
untuk membuktikan prinsip-prinsip fisika dan kimia atau untuk memulai



sebuah pemrograman dan robotika. Desain dan arsitek membangun *prototype* interaktif, musisi dan seniman dapat menggunakannya untuk instalasi dan untuk bereksperimen dengan instrumen musik baru. Pencipta alat dapat menggunakannya untuk membangun banyak proyek dan dipamerkan di *Maker Faire*, misalnya Arduino adalah sebuah alat kunci untuk belajar hal baru. Anak, penggemar, seniman, *programmer* bisa mulai bereksperimen dengan hanya mengikuti petunjuk langkah demi langkah, atau berbagi ide melalui media *online* dengan anggota lain dari komunitas Arduino.

Ada banyak program *microcontrollers* dan mikrokontroler lainnya yang tersedia untuk komputasi fisik. *Paralaks Basic Stamp*, *Netmedia's BX-24*, *Phidgets*, *MIT Handyboard*, dan sebagainya. Beberapa di antaranya menawarkan fungsionalitas yang sama. Semua alat-alat ini mengambil rincian tidak beraturan dari program mikrokontroler dan menjadikan satu dalam sebuah paket yang mudah digunakan. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan *microcontrollers*. Ada beberapa kelebihan dari penggunaan Arduino, yaitu :

a. *Board* Arduino relatif murah dibandingkan dengan *platform* mikrokontroler lainnya. Bahkan perakitannya dapat dengan mudah dilakukan hanya menggunakan tangan.

b. Arduino perangkat lunak atau *Integrated Development Environment*

(IDE) berjalan pada sistem operasi Windows, Macintosh OSX, dan Linux. Kebanyakan sistem mikrokontroler terbatas untuk Windows.



- c. Sederhana, jelas lingkungan pemrograman. Perangkat lunak arduino (IDE) adalah perangkat yang mudah digunakan untuk pemula, namun cukup fleksibel untuk pengguna tingkat lanjut. Untuk guru, kelebihan dari arduino didasarkan pada lingkungan pemrograman pengolahan, sehingga siswa belajar program lingkungan dan akrab dengan bagaimana Arduino IDE bekerja.
- d. *Extensible software*. Perangkat lunak arduino diterbitkan sebagai alat *open source*, tersedia untuk ekstensi oleh *programmer* berpengalaman dan terbuka untuk siapa saja. Bahasa program dapat diperluas melalui perpustakaan C++, dan orang-orang yang ingin mengerti rincian teknis dapat membuat lompatan dari Arduino AVR c, dengan bahasa yang didasarkan pemrograman. Demikian pula, guru dan mahasiswa dapat menambahkan AVR-C kode langsung ke program Arduino jika diinginkan.

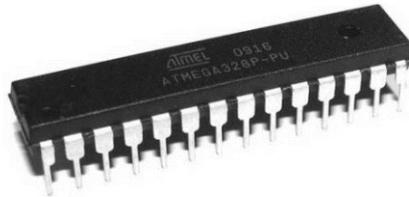
4. Perangkat *Microcontroller Arduino Nano*

- a. ATMEGA-328 mikrokontroler

ATMEGA-328 mikrokontroler dapat menyimpan program dan IC ini dapat bertindak sebagai prosesor untuk melakukan proses tanpa kesalahan. Setelah memberikan input analog atau digital ke sistem, perancang dapat melakukan proses sesuai aplikasi. Perancang dapat mengontrol proses aplikasi dengan mengedit program dalam

perangkat lunak arduino dan dapat memasukkan kembali ke arduino mikrokontroler melalui jack kabel listrik.





Gambar 3. ATMEGA328
Sumber : store.arduino.cc/arduino-nano

Dalam perangkat Arduino ada pilihan tombol reset. Tujuan dari tombol *reset* adalah untuk mengulang program kembali yang berarti program sebelumnya akan dihapus dan kita dapat menggunakan arduino untuk keperluan aplikasi lain. Demikian juga, *microcontrollers* ATMEGA-328 arduino ini dapat digunakan untuk beberapa jumlah aplikasi. *Microcontrollers* arduino ini secara luas digunakan dalam industri otomatisasi untuk mengendalikan proses dan bekerja sistem dalam mode otomatisasi.

b. *Jumper Wire*

Kabel *jumper* adalah komponen yang digunakan untuk menghubungkan seluruh komponen melalui papan perangkat. Kabel jumper merupakan suatu keharusan untuk sambungan papan perangkat ke Arduino.

c. Papan Perangkat

Papan Perangkat : komponen ini digunakan karena sebagai

dasar perangkat kita semua sambungan sedang terhubung oleh papan perangkat.



d. Sensor suhu thermistor

Sensor suhu thermistor adalah sensor *temperature* paling banyak digunakan untuk praktik, karena selain harganya cukup murah, linearitasnya lumayan bagus. Dapat beroperasi pada suhu -55⁰C hingga 125⁰C. Mekanisme kerja sensor suhu thermistor adalah dengan mengukur dan mengkonversi output dari thermistor menjadi suhu. Setelah dikonversi, kemudian dihitung berdasarkan tegangan referensi yang digunakan dan diubah menjadi celcius, lalu mengirimkan ke computer melalui komunikasi serial .



Gambar 4. Sensor suhu thermistor
Sumber : store.arduino.cc/arduino-nano

e. LCD

LCD digunakan untuk menampilkan informasi suhu yang telah dibuat. LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display*, atau umumnya disebut LCD atau *display*. Dengan LCD dapat menampilkan huruf dan angka, bahkan dapat menampilkan gambar. LCD ini akan tersambung dengan papan perangkat dan Arduino nano.



ower Supply (Pasokkan Listrik)

Sumber daya tambahan pasokan listrik dapat digunakan pada perangkat arduino mikrokontroler. *Port* pasokan daya ada di sudut mikrokontroler arduino. Dengan menggunakan port ini pasokan daya dapat menghubungkan dengan daya eksternal. (yaitu, *ac power supply*), atau dengan menghubungkan daya dc melalui masukan pin. Pasokan listrik ini menghasilkan bentuk aktif untuk mikrokontroler arduino. Mikrokontroler arduino ini dapat menerima berbagai macam pasokan listrik. Bila melebihi rentang tegangan suplai listrik, mikrokontroler akan mengalami kerusakan. Oleh karena itu, hanya sejumlah daya tertentu yang harus diberikan untuk mikrokontroler arduino.

5. Mekanisme Kerja Arduino

Mekanisme kerja dari arduino mikrokontroler adalah membuat semua alat yang dibuat terhubungan dengan tepat. Memeriksa semua *port input* serta terhubung dengan pasokan listrik. *Output* pin dapat dihubungkan dengan perangkat eksternal menurut aplikasi yang dibuat. Program dapat dijalankan untuk aplikasi dan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Arduino.

Dari perangkat lunak arduino dapat mengedit sesuai aplikasi yang telah dirancang. Perangkat lunak ini dapat bekerja pada bahasa pemrograman c dan c++. Bahasa c dan c++ adalah sepenuhnya

sa tingkat tinggi (Suyuti, 2016). Dengan menggunakan kondisi, kita dapat membuat sebuah program dan dilanjutkan



menggunakan sebuah aplikasi. Kemudian, program ini dapat di-upload melalui mikrokontroler arduino dengan menggunakan kabel daya jack. Program dapat di masukkan ke mikrokontroler dan siap untuk diproses lebih lanjut (Asaduzzaman Miah *et al.*, 2016; Kaur *et al.*, 2016; Kesarwani *et al.*, 2016; Harshika, 2017; Thomas *et al.*, 2017)

D. *Portable Double Pumping Microcontroller Ardiuno Nano*

1. Konsep Portable Double Pumping menggunakan Microcontroller Arduino Nano

Dalam usaha memberikan ASI eksklusif, ibu bekerja menghadapi halangan dan rintangan yang tidak kecil. Akan tetapi, meskipun dengan segala keterbatasan yang dimiliki, ibu bekerja harus tetap bisa pemerah ASI dengan fasilitas minimal dan tekanan maksimal. Meskipun terdapat peraturan yang mewajibkan tempat bekerja menyediakan ruang menyusui untuk pegawainya dan perlunya dukungan dari masyarakat, pada kenyataannya masih banyak tempat bekerja yang tidak memiliki ruang menyusui. Sehingga dibutuhkan sebuah alat yang dapat membantu ibu bekerja untuk tetap memberikan ASI eksklusif kepada bayi walaupun sedang bekerja.

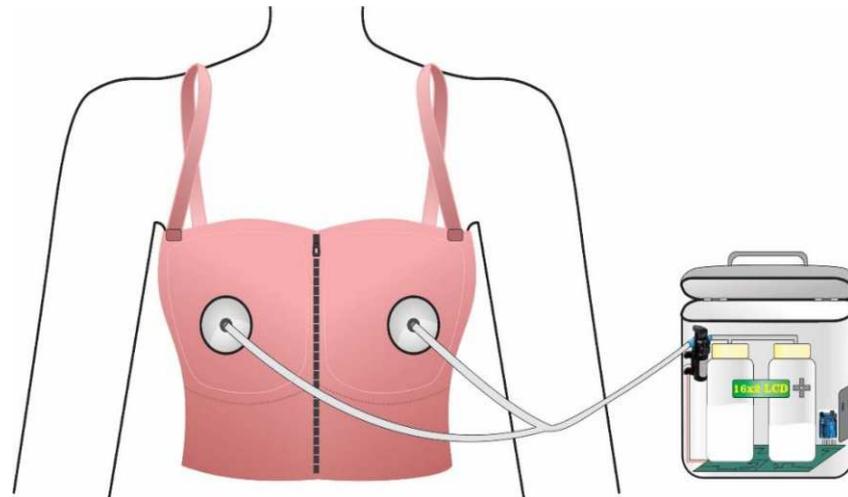
Dari beberapa faktor-faktor yang dapat meningkatkan produksi ASI tersebut maka adanya beberapa alternatif atau tindakan dalam

meningkatkan produksi ASI salah satunya menggunakan alat pompa (Biagioli, 2003; Prime *et al.*, 2012), dimana alat ini tindakan atau



intervensi untuk merangsang hipofisis anterior dan posterior sehingga mengeluarkan hormon oksitosin yang berfungsi untuk mendorong otot-otot kecil disekitar sel penghasil ASI untuk berkontraksi. Kontraksi ini yang mendorong ASI keluar (*Let down*).

Pompa ASI yang dirancang peneliti yaitu dengan menggunakan perangkat keras dan lunak disebut *microcontroller Arduino nano*. Pompa ganda ini dirancang dengan fungsi pemijatan dan tekanan pengisapan maksimal 250 mmHg. Sehingga sebelum pemompaan akan ada pemijatan selama kurang lebih 5 menit. Adapun desain model pompa ASI yang dirancang oleh peneliti dapat dilihat pada gambar dibawah ini



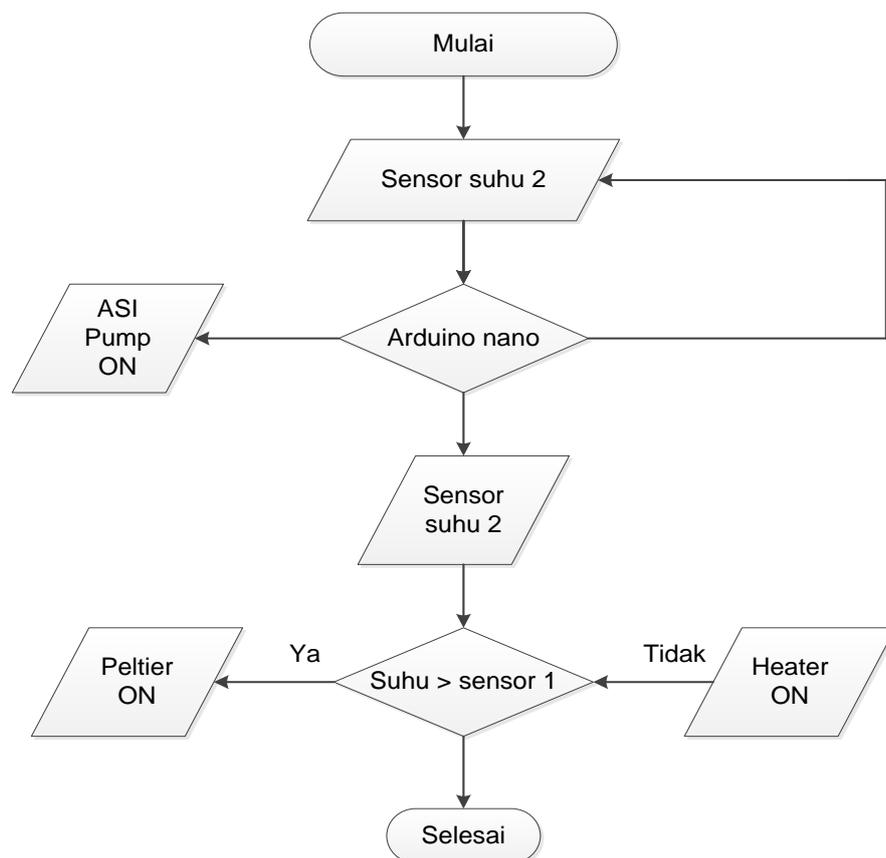
Gambar 5. Pompa ASI portable Mikrokontroller Arduino Nano

- a. Cara kerja dari pompa ganda portabel mikrokontroller Arduino nano



Perangkat arduino nano merupakan suatu perangkat *prototype* elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan

open source, perangkat keras dan lunaknya mudah digunakan. *Board* ini akan mudah mempelajari pengendalian dengan mikrokontroler atau pengontrol.

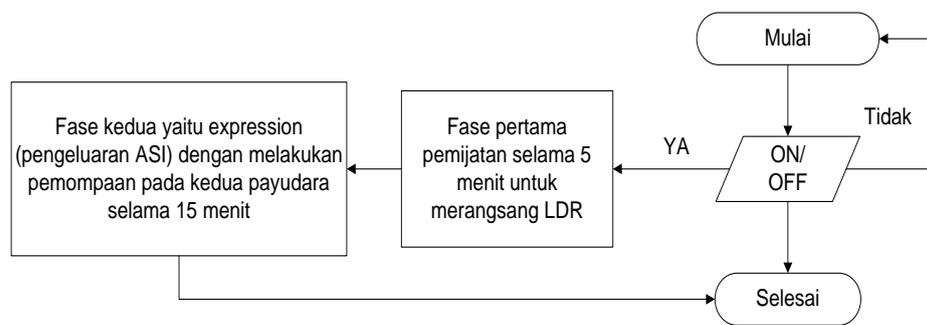


Gambar 6. Flow Chart Pompa dan Storage Mikrokontroler

Awal kerja program akan mengaktifkan sensor suhu 1 yang berfungsi untuk mengukur suhu tubuh ibu. Sensor suhu 1 yang bertugas mendeteksi suhu tubuh ibu bertujuan untuk mengatur range suhu pada *storage* agar ASI yang keluar dari tubuh memiliki tetap memiliki suhu yang sama dan tidak mengalami perubahan temperatur secara *ekstrem* ketika berada di dalam *storage*. Setelah Sensor suhu 1 mengirim data ke arduino dan



mendeteksi suhu ibu, selanjutnya akan mengaktifkan Pump. Selanjutnya, arduino nano mengirimkan sinyal ke sensor suhu 2 untuk memonitor suhu di dalam *storage*.



Gambar 7. Alur Cara Kerja Portabel *Double Pumping Microcontroller Arduino Nano*

Saat proses pemompaan akan di mulai, terlebih dahulu memasang *breastshield* pada kedua payudara, setelah itu menekan tombol *ON/OFF* , kemudian lanjut ke proses yang pertama yaitu melakukan pemijatan selama ± 5 menit untuk merangsang *letdown reflex* indikator pemijatan akan muncul pada LCD, setelah itu lanjut ke proses yang kedua yaitu pengeluaran ASI yang akan dilakukan pemompaan pada kedua payudara ibu selama 15 menit indikator pemijatan juga akan muncul pada LCD.

b. Kelebihan dari pompa ganda *portable* microcontroller Arduino nano yaitu :

1) Desain minimalis dan mudah dibawah kemana-mana



- 2) *Rechargeable*, mesin bisa di *charge* dengan waktu pengisian 3 jam, sehingga tidak bergantung pada sumber listrik dan dapat bertahan selama 12 jam.
- 3) Ritme pemompaan meniru bayi ketika menyusu ke Ibu (*Baby's "suck-release" cycle*).
- 4) Salah satu kunci optimal pompa ASI adalah ukuran corong yang fit dengan bentuk payudara.
- 5) Selain itu disertakan berupa bantalan silicone 'optiflow' fungsinya untuk membantu seorang ibu mendapatkan kondisi LDR.
- 6) **Closed System** yaitu kondisi dimana antara udara hisapan dari motor unit langsung menyedot payudara. Ada 2 keuntungan *breastpump* closed system bisa dipakai oleh lebih 1 pemakai dengan cukup mengganti corong set-nya maka akan aman digunakan. Selain itu ASIP tidak akan masuk kedalam motor unit karena alat terhubung langsung dengan penyimpanan ASI (*storage*)
- 7) *Double Phase*. Jadi ada fase pertama stimulasi / pijit dari corong setelah itu dilanjutkan dengan fase kedua yaitu *expression* (pengeluaran ASI)
- 8) Ada indikator berupa LCD *screen* pada mesin untuk durasi pemijatan, pemompaan, suhu dan betrei.

uara mesin halus bahkan tidak terdengar pada saat pemompaan.



- 10) Sedotannya tergolong paling kuat dengan tekanan vacum 50 sampai dengan 250 mmHg.
- 11) Dual Pump. Sehingga bisa langsung digunakan pada kedua payudara, lebih efisien bagi ibu yang menginginkan ASI lebih cepat.
- 12) Terhubung langsung dengan penyimpanan dingin dan hangat, sehingga tidak perlu memindahkan ASIP kedalam lemari penyimpanan.

c. Kekurangan pompa ganda portable menggunakan microcontroller Arduino nano

- 1) Alat ini belum teruji secara klinis
- 2) Pompa ASI yang digunakan merupakan pompa yang sudah jadi kemudian dimodifikasi untuk disambungkan ke penyimpanan, ini disebabkan karena bahan baku yang aman dan tempat produksi pembuatan pompa belum tersedia.

2. Bahan *portable double pumping microcontroller Arduino nano*.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan model *portable double pumping* menggunakan *microcontroller Arduino nano* yaitu :

a. Arduino AT-MEGA 328

Microcontrollers ATMEGA-328 arduino ini dapat digunakan untuk

beberapa jumlah aplikasi. *Microcontrollers* arduino ini secara luas



digunakan dalam industri otomatisasi untuk mengendalikan proses dan bekerja sistem dalam mode otomatisasi.

b. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD akan berfungsi sebagai suatu display dari bahan cairan Kristal yang pengoperasiannya dikendalikan oleh arduino.

c. *Power supply*

Pasokan listrik ini menghasilkan bentuk aktif untuk mikrokontroler arduino. Mikrokontroler arduino ini dapat menerima berbagai macam pasokan listrik.

E. Volume ASI

Bayi membutuhkan sekitar 150 ml ASI untuk setiap 1 kg berat badannya. Pada minggu pertama kelahiran, bayi yang baru lahir membutuhkan sekitar 400-500 ml ASI perhari. Jumlah tersebut tidak dapat dipenuhi secara mendadak. Secara fisiologis pada hari pertama setelah persalinan produksi ASI ibu masih sangat sedikit karena adanya proses adaptasi hormonal ibu. Adaptasi itu adalah perubahan dari hormon estrogen dan hormon progesteron yang dominan pada masa kehamilan menjadi hormon prolaktin dan oksitosin pada masa menyusui.

Saat bayi baru lahir, ibu sering kali mengeluhkan sedikitnya ASI yang keluar, bahkan beberapa ibu menyatakan ASI-nya tidak keluar sama

biasanya saat itu ibu bayi menangis terus dan ibu berfikir bahwa susus dan akhirnya bayi diberikan susu formula. Hal tersebut



seharusnya tidak boleh dilakukan. Sesungguhnya bayi tidak memerlukan ASI dalam jumlah banyak pada hari-hari pertama setelah kelahiran. Jumlah ASI yang diproduksi ibu, walaupun sedikit sudah memenuhi kebutuhan bayi. Oleh karena itu, pada hari-hari pertama setelah kelahiran, ASI cukup diberikan dalam jumlah sedikit terlebih dahulu tetapi kemudian ditingkatkan dari hari ke hari (Fikawati, Syafiq and Karima, 2015).

Bayi sehat dapat mengosongkan satu payudara sekitar 5-7 menit dan ASI dalam lambung bayi akan kosong dalam waktu 2 jam. Pada awalnya, bayi tidak memiliki pola yang teratur dalam menyusui dan akan mempunyai pola tertentu setelah 1-2 minggu kemudian. Menyusui yang dijadwalkan akan berakibat kurang baik, karena isapan bayi sangat berpengaruh pada rangsangan produksi ASI selanjutnya. Dengan menyusui tanpa jadwal sesuai kebutuhan bayi akan mencegah timbulnya masalah menyusui. Ibu yang bekerja dianjurkan agar lebih sering menyusui pada malam hari. Bila sering disusukan pada malam hari akan memicuh produksi ASI (Astuti *et al.*, 2015)

Peningkatan frekuensi menyusui dapat meningkatkan produksi ASI (Fikawati, Syafiq and Karima, 2015). Studi (de Carvalho *et al.*, 1982) yang dilakukan terhadap ibu dengan bayi lahir cukup bulan menunjukkan bahwa frekuensi penyusuan 10 kali perhari selama 2 minggu pertama setelah melahirkan berhubungan dengan produksi ASI yang cukup. Studi

adap 32 ibu dengan bayi lahir prematur menyimpulkan bahwa ASI akan optimal dengan pemompaan ASI karena bayi prematur



belum dapat menyusui sendiri lebih dari 5 kali sehari selama bulan pertama setelah melahirkan (Hopkinson, et al, 1998 dalam IOM, 1991). Berdasarkan hal ini maka direkomendasikan untuk melakukan penyusuan paling sedikit 8 kali per hari pada periode awal setelah melahirkan. Frekuensi penyusuan ini berkaitan dengan kemampuan stimulasi hormon dalam kelenjar payudara.

Volume pengeluaran ASI pada minggu pertama pada minggu-minggu pertama bayi lahir biasanya banyak, tetapi setelah itu sekitar 450-650 ml. seorang bayi memerlukan sebanyak 600 ml susu per hari. Jumlah tersebut dapat dicapai dengan menyusui bayinya selama 4-6 bulan pertama. Karena itu selama kurun waktu tersebut ASI mampu memenuhi kebutuhan gizinya. Setelah enam bulan volume pengeluaran susu menjadi menurun, sejak saat itu kebutuhan gizi tidak lagi dapat dipenuhi oleh ASI saja dan harus mendapatkan makanan tambahan.

Dalam keadaan produksi ASI normal, volume susu yang terbanyak yang dapat diperoleh adalah lima menit pertama. Penyedotan atau pengisapan oleh bayi biasanya berlangsung sampai 15-25 menit (Proverawati and Rahmawati, 2010; Maryunani, 2015). Berdasarkan kenyataan, perhitungan sederhana mengenai berapa jumlah air susu ibu yang diperlukan oleh bayi adalah sebagai berikut : Bayi normal memerlukan 160-165 ml ASI per kilogram berat badan per hari. Dengan

Bayi dengan berat 4 kg memerlukan 660 ml ASI per hari dan 825 ml ASI per hari untuk bayi dengan berat 5 kg. Ibu-ibu harus disarankan untuk



mengonsumsi makanan yang baik bila memungkinkan makanan yang paling bergizi yang dapat diadakan oleh keluarga. Jumlah energi keperluan menyusui per hari adalah 500-600 kkal atau kira-kira $\frac{1}{3}$ sampai $\frac{1}{4}$ lebih banyak dari yang dikonsumsi ibu secara normal (Proverawati and Rahmawati, 2010).

Panduan rata-rata jumlah ASI yang diberikan kepada bayi selama menyusui menurut (Kent, 2007) dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Panduan rata-rata jumlah ASI

Ketika lahir	sampai 5 ml ASI	penyusuan pertama
Dalam 24 jam	7-123 ml/hari ASI	3-8 penyusuan
Antara 2-6 hari	395-868 ml/hari ASI	5-10 penyusuan
Satu bulan	395-868 ml/hari ASI	6-18 penyusuan
Enam bulan	710-803 ml/hari ASI	6-18 penyusuan

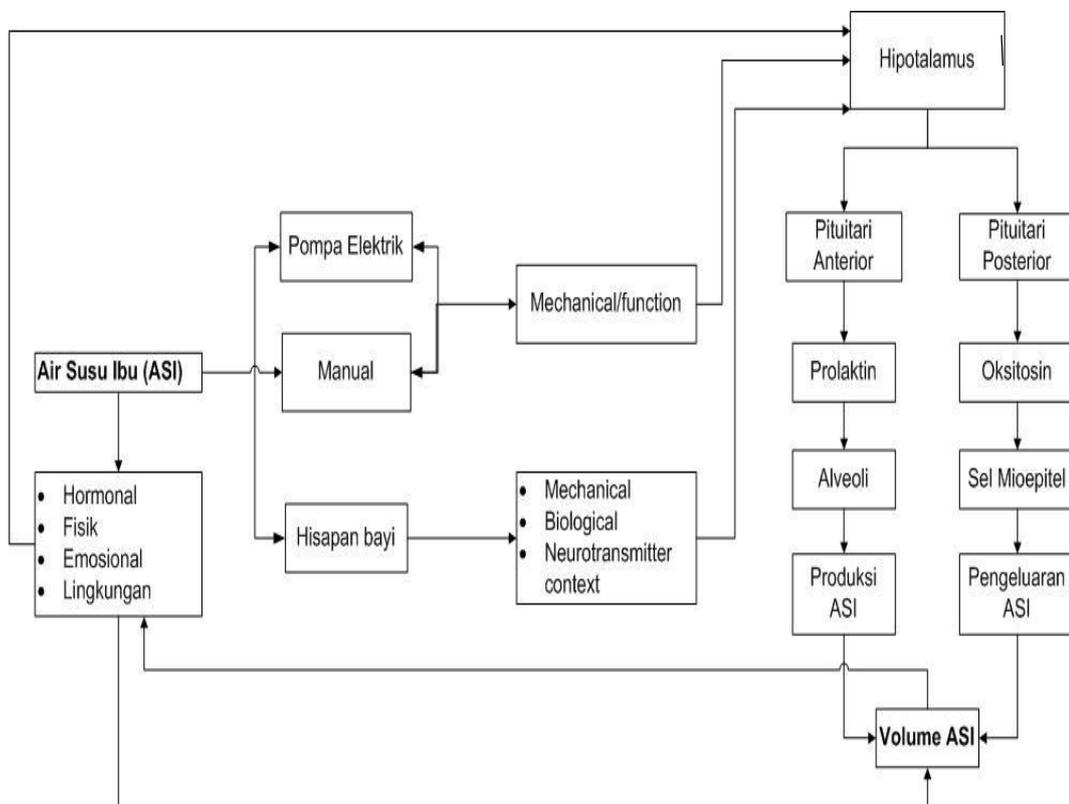
F. Kerangka Teori

Air susu ibu (ASI) dapat keluar dari hisapan bayi, mengeluarkan secara manual dengan tangan dan menggunakan pompa sebuah pompa elektrik. Ketiga teknik ini merangsang puting susu dan kelenjar payudara, sehingga merangsang ujung-ujung saraf sensoris yang berfungsi sebagai reseptor mekanik. Rangsangan ini dilanjutkan ke hipotalamus yang merangsang pituitary anterior untuk mengeluarkan hormon prolaktin. Hormon ini merangsang sel-sel alveoli yang berfungsi untuk membuat air

bersamaan dengan pembentukan prolaktin oleh pituitary anterior, rangsangan ini ada yang dilanjutkan ke pituitary posterior yang kemudian



mengeluarkan oksitosin. Melalui aliran darah, hormon ini diangkat menuju uterus yang dapat menimbulkan kontraksi pada uterus sehingga terjadi involusio dari organ tersebut. Kontraksi dari sel akan memeras air susu yang telah terbuat keluar dari alveoli dan masuk ke sistem *ductus* dan selanjutnya mengalir melalui *ductus lactiferous*. Kedua hormon ini dapat mempengaruhi volume ASI. Volume ASI juga dipengaruhi fisik, hormonal dan psikologi yang dapat mempengaruhi hipotalamus.

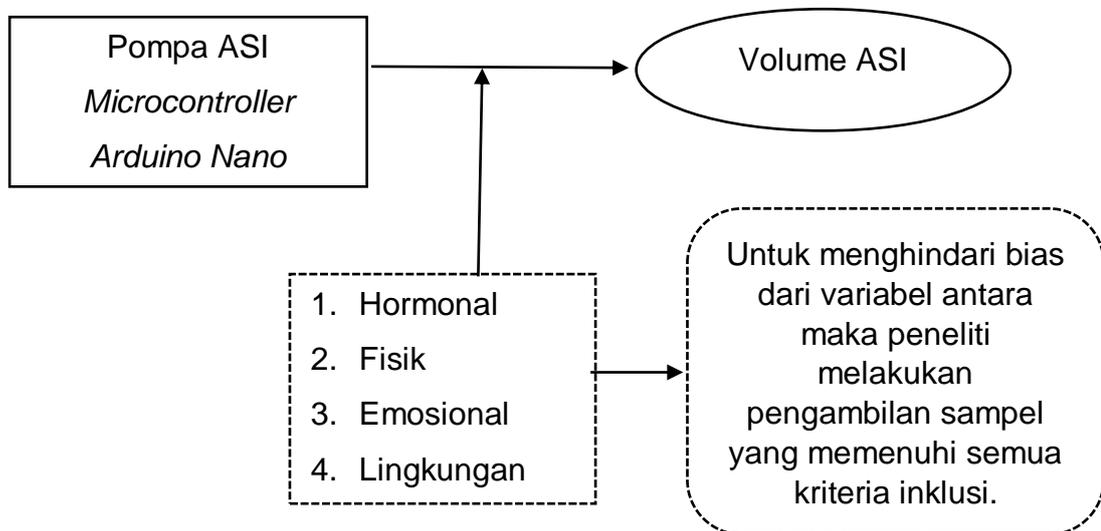


Gambar 8. Kerangka Teori Fisiologi Laktasi dan Pemompaan ASI
 Diadopsi dari : (Proverawati and Rahmawati, 2010; Astuti, 2013;
 Fikawati, Syafiq and Karima, 2015; Mardiana Ahmad, 2016; Lauralee
 Sherwood, 2017)



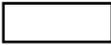
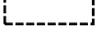
G. Kerangka Konsep

Variabel independent (*independent variable*) adalah tipe variable yang menjelaskan atau memengaruhi variable lain. Variabel dependen (*dependent variable*) adalah tipe variable yang dijelaskan atau dipengaruhi oleh variable independent. Kedua tipe variabel ini merupakan kategori variabel penelitian yang paling sering digunakan dalam penelitian karena mempunyai kemampuan aplikasi yang luas.



Gambar 9. Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan :

-  : Variabel Bebas (*Independent Variabel*)
-  : Variabel Terikat (*Dependent Variabel*)
-  : Variabel Antara



H. Hipotesis Penelitian

Ada perbedaan volume ASI antara payudara kanan dan kiri setelah dipompa menggunakan portabel double pumping mikrokontroler arduino nano.

I. Definisi Operasional

Tabel 2. Definisi Operasional

Jenis Variabel	Definisi	Indikator	Skala
Pompa ASI dengan <i>Microcontroller Arduino Nano</i>	Alat yang dapat membantu ibu menyusui untuk mengeluarkan ASI dengan menggunakan <i>Microcontroller Arduino Nano</i> yang dipengaruhi oleh tekanan listrik maupun baterai.	Tekanan vakum 50-250 mmHg	Interval
Volume ASI	Jumlah pengeluaran ASI yang dihasilkan oleh pemompaan selama 15 menit dengan mengambil ASI matur pada kedua payudara untuk 1 kali pemompaan.	0-200 ml	Rasio

