

Biomodeling Normal Delivery Process And Monitoring At Kala I And II At Parturition Simulator

Biomodeling Proses Persalinan Normal dan Pemantauannya saat Kala I dan II pada Partus Simulator

Sri Mulyati
Yudi Satria Gondokaryono
Arief Syaichu Rohman

*Jurusan Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Semarang Poltekkes Kemenkes Semarang
Jl. Tirta Agung, Pedalangan, Banyumanik, Semarang
E-mail: cici.mulyadi@gmail.com*

Abstract

This research conducted with approach method scenario based model for simulate gameplay for normal labor process and monitoring in stage I and II. Based on literature about reproductive system organ and physiological, also must be monitored about physiological change during labor process with partograf WHO standard and analyze parameter to determined labor process closely with the reality. Beside that, theory of labor process and pushing in contraction also be analyze to find the basic formula from physic and mathematical concept. From the basic formula, modified basic formula for scenario gameplay simulation of normal labor process and monitoring in stage I and II. The result of this research was produce biomodeling to determine normal labor process, the stage of labor, and physiological monitoring for report that monitored appropriate with WHO partograf standard.

Key Words: biomodeling, normal labor process, monitoring, stage I and II, scenario model

Kata Kunci: biomodeling, proses persalinan normal, pemantauan, tahap I dan II, Model skenario

1. Pendahuluan

Insiden angka kematian ibu melahirkan (*maternal*) dan angka kematian bayi lahir (*neonatal*) di Indonesia tergolong masih sangat tinggi, bahkan menempati urutan pertama tertinggi di ASEAN^[12]. Angka Kematian Ibu (AKI) dan Angka Kematian Bayi (AKB) merupakan indikator penting untuk menilai tingkat kesejahteraan suatu negara dan status kesehatan masyarakat^[13]. Oleh karena itu, perlu implementasi program *Making Pregnancy Saver* (MPS) melalui peningkatan kuantitas dan kualitas sumber daya manusia (bidang training

bidan, perawat dan dokter), sarana dan prasarana pelayanan kesehatan^[13].

Masyarakat masih mempercayakan pertolongan persalinan pada *paraji* terutama masyarakat pedesaan, dan menyebabkan tingginya kegagalan dalam pertolongan persalinan karena penolong persalinan yang kurang terlatih. Sementara untuk media pembelajaran pada sekolah kebidanan atau kedokteran untuk persalinan sudah ada bentuk simulasi persalinan dengan gambar, boneka atau manekin hanya saja masih banyak memiliki keterbatasan.

Hal diatas menyebabkan proses persalinan yang sesungguhnya belum

dapat disimulasikan dengan baik karena faktor-faktor yang berpengaruh dalam persalinan tidak disimulasikan. Sementara perangkat lunak dan robot tentang simulasi persalinan di luar negeri sudah ada, tetapi harganya sangat mahal dan diproduksi dalam jumlah terbatas^{[10][15]}. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode baru yang dapat mensimulasikan persalinan dan faktor-faktor yang perlu dipantau sehingga simulasi proses persalinan yang sesungguhnya dapat disimulasikan dengan baik dan biaya yang terjangkau.

Diharapkan dengan adanya *biomodeling* proses persalinan dan pemantauannya pada aplikasi partus *simulator* dapat memberikan suatu kontribusi bagi media simulasi persalinan dalam pembelajaran atau training tentang persalinan bagi para bidan dan dokter atau mahasiswa kebidanan dan kedokteran.

Proses persalinan merupakan suatu proses fisiologis yang kompleks^[2]. Di luar negeri sudah simulator persalinan yang lengkap, tetapi harganya mahal dan diproduksi dalam jumlah terbatas^{[10][15]}. Media pembelajaran yang digunakan di kebidanan/ kedokteran di Indonesia untuk simulasi persalinan masih konvensional. Berdasarkan studi literatur dan fakta di lapangan, perlu suatu pemodelan fisiologis proses persalinan normal dan pemantauannya untuk memodelkan proses persalinan normal.

2. Tinjauan Pustaka

Selama empat dekade terakhir, peningkatan pada perbaikan pelayanan obstetri (*obstetric*) dilakukan dengan tujuan utama untuk menurunkan angka kematian ibu dan bayi. Berbagai bidang yang berkontribusi untuk perbaikan

berasal dari multidisiplin ilmu dan riset antara lain : bidang patologi, farmakologi, genetika, ahli kebidanan dan teknik biomedik.

Pada kebidanan, konsep mekanik merupakan bagian terpenting yang tidak dapat diabaikan. Menurut Bell, proses persalinan pada prinsipnya ditekankan pada pergerakan janin yang terjadi saat kala II. Pengetahuan tentang proses ini sangat penting untuk mengenali ketidaknormalan posisi janin dan oleh karenanya diperlukan untuk mengeluarkan janin dari jalan lahir jika dibutuhkan. Mekanika persalinan meskipun merupakan konsep yang luas, termasuk antara kala I dan II dan berfokus pada teori konsep mekanik daripada persoalan tentang praktek yang menjadi tujuan utama pada kelahiran bayi^[3]. Berikut ini adalah konsep mekanik persalinan yang perlu dipikirkan, antara lain :

1. properti mekanik terdiri dari komponen - komponen tulang (kepala, panggul)
2. properti mekanik jaringan lunak seperti *uterus*, leher rahim (*serviks*), *vagina*, dan
3. interaksi antara kepala janin dengan jaringan lunak dan pelvis ibu^[5].

Teknik menggunakan komputer untuk meniru, atau simulasi, operasi berbagai fasilitas dalam dunia nyata atau prosesnya, disebut dengan sistem dan untuk mempelajari secara ilmiah kita sering membuat serangkaian asumsi tentang bagaimana cara kerjanya. Asumsi ini biasanya berasal dari matematika atau hubungan logikanya, sebagai pengganti model yang digunakan untuk memperoleh pemahaman yang berhubungan dengan cara kerja sistem.

Hubungan dalam pembuatan model cukup sederhana, dimungkinkan dengan

metode matematika untuk memperoleh informasi pada masalah yang akan dibahas, ini disebut dengan solusi analitik. Meskipun sebagian besar sistem dunia nyata sangat kompleks untuk diikuti sebagai model nyata sehingga dapat dievaluasi secara analitiknya. Pada simulasi digunakan komputer untuk mengevaluasi model secara numerik dari data terakumulasi digunakan untuk memperkirakan karakteristik sesungguhnya dari model.

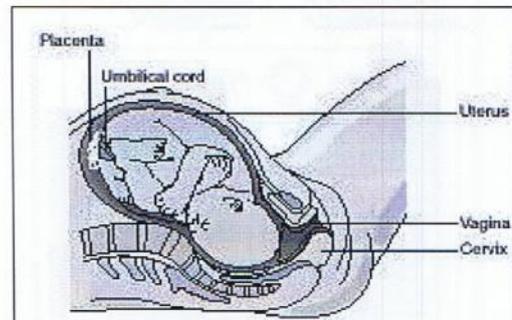
Persalinan adalah suatu proses pengeluaran *fetus* dan plasenta dari *uterus*, ditandai dengan peningkatan aktifitas miometrium (frekuensi dan intensitas kontraksi) yang menyebabkan penipisan dan pembukaan serviks serta keluarnya lendir darah ("*show*") dari vagina^[8]. Lebih dari 80% proses persalinan berjalan normal, 15-20% terjadi komplikasi persalinan. UNICEF dan WHO menyatakan bahwa hanya 5% -10% saja yang membutuhkan seksio sesarea^[7].

Proses persalinan dibagi dalam tiga tahap berdasarkan pertimbangan klinis^[7] :

1. kala I : dimulai sejak awal kontraksi dengan frekuensi, intensitas dan durasi yang cukup sehingga menyebabkan penipisan dan dilatasi serviks,
2. kala II : dimulai ketika pembukaan serviks sudah lengkap (+10 cm) dan berakhir dengan lahirnya bayi,
3. kala III : segera setelah kelahiran bayi dan berakhir dengan kelahiran plasenta dan selaput ketuban, dan
4. kala IV : dimulai dari saat lahirnya plasenta sampai 2 jam pertama *post partum*.

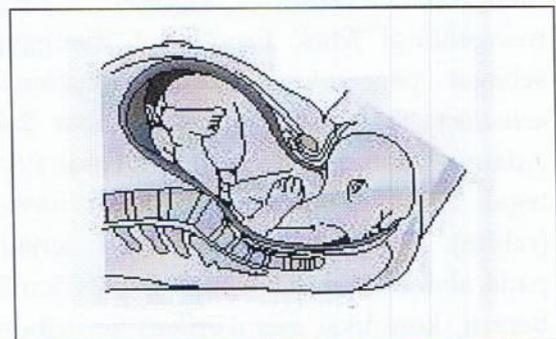
Persalinan dimulai dengan kala I sejak *onset* persalinan sampai serviks mencapai pembukaaan lengkap, Friedman (1978) dalam teorinya tentang persalinan, menyatakan : "Gambaran klinis kontraksi *uterus*, yaitu frekuensi, intensitas dan lamanya tidak dapat diandalkan sebagai

ukuran untuk menilai kemajuan persalinan dan bukan petunjuk kenormalannya, kecuali dilatasi serviks dan penurunan janin yang dapat menjadi ukuran kemajuan persalinan"^{[4] [7][11]}.



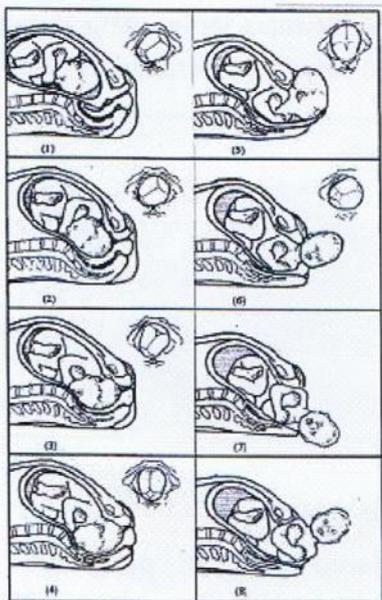
Gambar 2.1 kala I dilatasi serviks

Janin dengan presentasi *oksiput*, ditemukan hampir sekitar 95% dari seluruh kehamilan. Presentasi janin paling umum dipastikan dengan palpasi abdomen dan kadang kala diperkuat sebelum atau pada saat awal persalinan dengan pemeriksaan dalam. Pada banyak kasus *vertex* memasuki pelvis dengan *sutura sagitalis* pada diameter transversal *pelvis*.



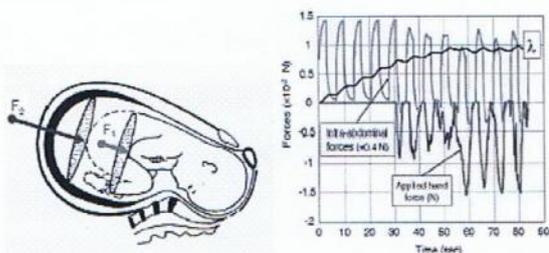
Gambar 2.2 kala II ekspulsi janin.

Adapun proses persalinan normal dapat dilihat pada Gambar 2.3.



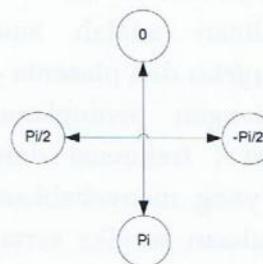
Gambar 2.3 Gerakan-gerakan utama dalam persalinan.

Pada saat akan dimulai fase pengeluaran bayi dan selama pengeluaran dengan penurunan (*descent*), gaya dorong berasal dari kontraksi *uterus* yang memiliki transmisi sangat kuat sehingga mengenai cairan amnion yang mengelilingi *fetus*. Proses ini dianggap sebagai pergerakan hidraulik (*hydraulic actuator*) lihat gaya F_1 dari Gambar 2.4. Adanya tekanan pada sebagian besar *fetus* tegak lurus dengan sumbu dari *uterus* (rahim). Selanjutnya proses ini terjadi pada abdomen dengan luas area $\sim 85\text{cm}^2$. Berarti, kontraksi memberikan kontribusi tekanan sebesar 5 cm Hg tiap periode [1].



Gambar 2.4 Aplikasi gaya (kiri) dan kemajuan persalinan (kanan).

Konsep sudut putaran menjadi hal yang sangat penting dalam pergerakan dan perubahan posisi bayi. Dalam mekanisme kelahiran kepala terjadi rotasi. Dalam implementasi pemrograman, satuan sudut diubah menjadi satuan sudut radian. Besar sudut berada dalam rentang $-\pi$ radian sampai dengan π radian.



Gambar 2.5 Konsep dasar sudut dalam satuan radian.

$$\sin(\bar{a}) = \sin(\pi - \bar{a}) \dots (2.1)$$

$$\cos(\bar{a}) = \cos(-\bar{a}) \dots (2.2)$$

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi persalinan normal dikenal dengan 3P, antara lain :

1. *Power*, kekuatan his atau kontraksi, kekuatan mengejan.
 2. *Passage*, jalan lahir tulang, jalan lahir jaringan lunak.
 3. *Passenger*, janin, plasenta, dan selaput ketuban.
- terdapat faktor lain yang ikut menentukan kelangsungan persalinan.
4. Faktor psikologis *parturien*.
 5. Penolong persalinan.

Tabel 2.1 Diagnosis kala dan fase persalinan[12].

Gejala dan Tanda	Kala	Fase
• Serviks belum dilatasi		Persalinan palsu atau tidak dalam persalinan
• Serviks dilatasi < empatcentimeter	Satu	Laten

<ul style="list-style-type: none"> • Serviks dilatasi 4-9 cm • Rata-rata dilatasi 1 cm/jam atau lebih • Janin mulai menuruni jalan lahir 	Satu	Aktif
<ul style="list-style-type: none"> • Serviks dilatasi penuh (10 cm) • Penurunan janin berlanjut • Belum ada keinginan mengejan 	Dua	Awal (non ekspulsif)
<ul style="list-style-type: none"> • Serviks dilatasi penuh(10 cm) • Bagian janin menuruni dasar panggul • Ibu ada dorongan kuat untuk mengejan 	Dua	Akhir (Ekspulsif)

Dibawah ini diuraikan frekuensi minimal penilaian dan intervensi. Jika ibu menunjukkan tanda-tanda komplikasi atau gejala komplikasi atau perubahan kondisi, penilaian harus dilakukan lebih sering^{[12][14]}.

Tabel 2.2 Frekuensi minimal penilaian dan intervensi persalinan normal^[12].

Parameter	Frekuensi pada fase laten	Frekuensi pada fase aktif
Tensi	Setiap 4 jam	Setiap 4 jam
Suhu badan	Setiap 4 jam	Setiap 2 jam
Nadi	Setiap 30-60 menit	Setiap 30-60 menit
Denyut jantung janin	Setiap 1 jam	Setiap 30 menit
Kontraksi	Setiap 1 jam	Setiap 30 menit
Dilatasi serviks	Setiap 4 jam*	Setiap 4 jam*
Penurunan	Setiap 4 jam*	Setiap 4 jam*

*Dinilai pada setiap pemeriksaan dalam

Partograf dipakai untuk memantau kemajuan persalinan dan membantu petugas kesehatan dalam mengambil keputusan dalam penatalaksanaan suatu persalinan^[12]. Adapun dalam partograf WHO berisi tentang hal-hal sebagai berikut, informasi pasien, denyut jantung janin, keadaan selaput ketuban, dan lain-lain. Adapun pemeriksaan yang dilakukan dengan pemantauan partograf antara lain : palpasi abdomen,

pemeriksaan dalam, penyusupan, presentasi dan posisi, serta dukungan.

Sedangkan pengujian model yang dilakukan berdasarkan pengujian fungsional berdasar skenario oleh peneliti dan pengujian prototipe untuk mendapatkan *feedback* yang cepat berdasarkan paradigma pengujian "*Quick and Dirty*" melalui penilaian kuesioner oleh *user* setelah memainkan simulasi model persalinan. Tujuan interaksi desain adalah bagian dari proses memahami kebutuhan *user*. Hal ini terbagi menjadi dua, yaitu : *usability* dan *user experience*. *Usability* lebih menitikberatkan pada kriteria penggunaannya (contoh : efektifitas). Secara umum *usability* bertujuan memastikan interaksi produk mudah dipelajari, efektif digunakan, dan menyenangkan dari berbagai perspektif *user*. Termasuk pula mengoptimalkan interaksi manusia dengan interaksi produk yang dapat membantu mereka dalam aktivitas kerja, sekolah, dan kehidupan sehari-hari. Secara spesifik terbagi menjadi : efektif (*effectiveness*), efisien (*efficiency*), aman (*safe to use*), memiliki utilitas yang baik (*have good utility*), mudah dipelajari (*easy to learn*), mudah diingat (*memorability*). Adapun desain interaksi dalam mencapai tujuan untuk *user experience*, meliputi : kepuasan (*satisfying*), menyenangkan (*enjoyable*), menggembirakan (*fun*), menghibur (*entertaining*), dapat membantu (*helpful*), memotivasi (*motivating*), kesenangan estetik (*aesthetically pleasing*), mendukung dan merangsang kreatifitas (*supportive and creativity*), bermanfaat (*rewarding*), memenuhi kebutuhan emosional (*emotionally fullfiling*).

3. Perancangandan Implementasi

Perancangan pemodelan proses persalinan normal dibuat berdasarkan *user requirement* antara lain : *user* memerlukan suatu media simulasi yang murah, interaktif, dapat menggambarkan suatu proses persalinan normal yang komprehensif, yaitu dapat memperlihatkan tiap tahapan dalam proses persalinan serta pemantauan yang dilakukan selama proses persalinan berlangsung. Proses persalinan normal sangat kompleks. Oleh karena itu, penulis membuat model yang dapat memenuhi *user requirement* tetapi dengan penyederhanaan model. Adapun perbandingan kompleksitas dan penyederhanaan model proses persalinan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel kompleksitas proses persalinan dan penyederhanaan model

Persalinan Kompleks	Penyederhanaan Model
<ul style="list-style-type: none"> • Proses fisiologis • Terdapat berbagai organ dan sistem organ khususnya organ sistem reproduksi wanita (<i>uterus</i>, serviks, vagina, tulang panggul, vulva, dan lain-lain) • Janin dan lingkungan hidupnya dalam <i>uterus</i> (fetus, selaput ketuban, cairan amnion, tali pusar, plasenta, dan lain-lain) • Proses yang terjadi secara fisiologis dan mekanis juga dipengaruhi oleh psikologis <i>parturien</i>. • Fisiologis ditunjukkan oleh proses persalinan adanya kontraksi atau relaksasi yang dipengaruhi oleh hormon (terdapat <i>transport</i> massa, energi, momentum, dan informasi) serta perubahan fisiologis yang dapat dimonitor dari <i>vital sign</i> (tensi, suhu, nadi, dan DJJ) • Proses mekanis yang terjadi adalah akibat kontraksi menyebabkan <i>dilatasi</i>, <i>efasi</i>, dan <i>retraksi</i> pada daerah segmen bawah rahim. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses matematis • Disederhanakan menjadi organ abdomen ibu • Janin • Perubahan fisiologis dimodelkan dengan pengukuran sesuai waktu dari pemantauan partograf • Proses mekanis yang terjadi adalah pemodelan pengeluaran bayi dari <i>uterus</i> sampai lahir untuk menggambarkan kontraksi, perubahan gaya, perubahan posisi. • Dilatasi serviks karena merupakan item yang dimonitor dalam partograf dimodelkan dengan perubahan dilatasi serviks terhadap lama persalinan. • Kondisi awal dimodelkan dengan <i>vital sign</i> dalam batas normal yang menghasilkan energi tertentu diwakili oleh penentuan energi awal.

Sehingga janin dan isinya keluar dari *uterus* (ada perpindahan posisi dan perubahan gaya)

Dan besarnya energi ini dikonversi menjadi gaya yang besarnya 30 % dari energi. Dan energi ini dipengaruhi oleh waktu. Jadi, pemodelannya menggunakan formula yang ada.

- Kemudian nilai *vital sign* akan berubah sesuai dengan waktu pengukuran. Yang memiliki persyaratan besarnya sesuai kondisi normal atau abnormal yang mempengaruhi besarnya energi.
- r_1 : value suhu/periode suhu besarnya perubahan energi adalah $\Delta E = (E_{0n} - \Delta t/r_1)$ catatan : tanda negatif jika abnormal. Jika normal menjadi positif.
- r_2 : value tensi/periode tensi
- r_3 : value nadi/periode nadi
- r_4 : value DJJ/periode DJJ
- r_5 : value dorong/periode dorongrumus berikutnya menyesuaikan dengan r_2, r_3, r_4 dan r_5 .
- Untuk makan (5%), minum (10%), dan *support* (15%) berbeda nilainya.

Sedangkan dari aspek matematika resultan gaya tadi berasal dari F_1 (gaya karena kontraksi) dan F_2 (gaya karena mengejan). Konsep fisika yang bekerja pada proses kontraksi adalah adanya tekanan hidrolis pada daerah selaput ketuban yang berisi air atau dikenal dengan *hydraulic actuator*. Sedangkan gaya mengejan, konsep fisika yang dapat dianalisis adalah mekanisme mengejan yang dikordinir oleh tarik nafas dan dorong. Tarik nafas adalah mengambil udara dari luar, yang menyebabkan diafragma mengembang yang

menyebabkan adanya kontribusi energi bagi ibu, kemudian didorong. Ketika dorong nafas maka daerah diafragma memberi tekanan pada daerah *fundus uteri* yang menyebabkan pecahnya selaput ketuban dan adanya dorongan untuk mengeluarkan isi rahim yaitu bayi dan cairan ketuban. Konsep ini dikenal dengan istilah *pneumatic actuator*.

Sementara untuk pemantauan selama persalinan kala I dan II meliputi beberapa pemeriksaan yang bersifat laporan (*report*) bagi penolong persalinan agar dapat mengambil tindakan yang sesuai agar persalinan dapat berjalan dengan baik. Evaluasi dari penolong persalinan sebagai *user* adalah mengevaluasi laporan untuk mengambil tindakan supaya proses persalinan kala I dan II dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Adapun pemantauan selama persalinan mengacu pada partograf standard WHO yang umum dilakukan oleh penolong persalinan (bidan, dokter). Kemudian untuk dapat memodelkan konsep fisiologis persalinan tersebut dibangun dengan menggunakan bantuan komputer. Teknik menggunakan komputer untuk meniru, atau simulasi, operasi dalam dunia nyata atau prosesnya, disebut dengan sistem dan untuk mempelajari secara ilmiah kita sering membuat serangkaian asumsi tentang bagaimana cara kerjanya. Asumsi ini biasanya berasal dari matematika atau hubungan logikanya, sebagai pengganti model yang digunakan untuk memperoleh pemahaman cara kerja sistem^[15]. Asumsi ini yang dibuat dalam bentuk skenario untuk pemodelannya atau merupakan aturan main (*rules*)^[19].

Oleh karena proses persalinan sangat kompleks^[3], maka proses persalinan dan pemantauannya akan

disederhanakan dalam bentuk skenario yang dianalisis berdasarkan rumus fisika. Berdasarkan asumsi yang dibuat dari rumus fisika dibuat model matematikanya atau hubungan logikanya agar didapatkan suatu pengganti model dari proses yang kompleks menjadi sederhana untuk memperoleh pemahaman tentang cara kerja sistem dalam proses persalinan normal dan pemantauannya saat kala I dan II. Tidak semua parameter dimodelkan dengan rumusan matematika, untuk pemantauannya dimodelkan dengan dengan membuat penyederhanaan antara nilai pengukuran atau pemeriksaan yang berkaitan berkaitan dengan pemantauan partograf dibuat berdasarkan data dan rentang nilai normal dan abnormal^[4].

Pada simulasi digunakan komputer untuk mengevaluasi model secara numerik, dan data terakumulasi digunakan untuk memperkirakan karakteristik sesungguhnya dari model^[15]. Meskipun, tujuan utama desain model sangat penting dan dapat diusahakan untuk membuat cara mengindikasikan bagaimana model dibuat sesuai dengan keperluan studi tanpa mengabaikan bagian esensi. Sedangkan perancangan *biomodeling* proses persalinan normal dan pemantauannya dapat dilihat berdasarkan skenario pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Skenario Proses Persalinan Normal dan Pemantauannya saat kala I dan II

Parameter Persalinan	Uraian	Model
Sudah ada tanda persalinan (<i>in partu</i>)	- keluarnya bercak darah (<i>bloody show</i>) - adanya kontraksi yang teratur dan lama, menyebabkan nyeri - pecahnya ketuban	- tidak dimodelkan - keluarnya bercak darah

Anamnesa	adalah pemeriksaan dasar yang dilakukan saat awal pasien datang kepada bidan/dokter, antara lain :	- dimodelkan dengan memberikan nilai awal berdasar <i>assessment anamnesa</i> .	Kala II	Pemodelan bersifat internal dan eksternal karena diakhiri dengan keluarnya bayi dan suara tangis bayi	- adanya perubahan gaya dan energi secara dinamis digunakan rumus.
	- pemeriksaan <i>vital sign</i> (tensi, suhu, nadi, DJJ) - pemeriksaan luar: posisi kepala janin, kontraksi - pemeriksaan dalam: pemeriksaan selaput atau air ketuban, dilatasi serviks, penurunan kepala.				- pemantauan nya sesuai waktu. - <i>vital sign</i> seperti saat K1. - sedangkan pengukuran dilatasi serviks, penurunan kepala, penyusupan lebih dinamis berdasarkan waktu.
Dilatasi serviks	- < empat centimeter masuk fase laten kala I - Empat sampai sepuluh centimeter, dikategorikan sebagai fase aktif kala I - pembukaan serviks penuh, berarti tahap berikut yaitu KII	- dimodelkan dengan laporan pada tampilan berdasarkan waktu			- setelah bayi keluar, ditandai juga dengan tangis bayi.
Waktu	a. KI terbagi : - fase laten (8 jam), - fase aktif (6 jam). b. KII lamanya < 2 jam	- dimodelkan dengan <i>reduction time</i> 100 untuk KI dan 1 untuk K II.	Energi	Berdasarkan analisa bahwa performansi ibu merupakan representasi dari <i>vital sign</i> diberikan energi awal yang diatur pada sistem. Kemudian ada perubahan energi seiring berjalannya proses persalinan. Energi akan berkurang seiring waktu, dan akan bertambah bila ada input dari <i>user</i> baik berupa tarik nafas, dorong, makan, minum, <i>support</i> dan kondisi <i>vital sign</i> .	- modelnya dapat dilihat dari perubahan nilai energi yang dihitung oleh sistem berdasarkan input dan waktu.
Kala I	Pemodelan bersifat internal. Pemantauan dilakukan sesuai dengan waktu pemeriksaan pada partograf	- ada perubahan energi dan gaya. Tervisualisasi dalam <i>edit box</i> energi dan slider gaya.			
		- dibuat berdasarkan data dan pemeriksaan untuk nilai normal dan abnormalnya dan nilai pengukuran yang ada. - untuk <i>vital sign</i> diacak, dengan penyimpangan 30%.	Gaya	energi tersebut dikonversikan menjadi gaya.	- Visualisasi dalam slider F_0 (gaya awal yang akan berubah secara dinamis oleh waktu) dan F yang merupakan representasi dari F_{total} (atau resultan dari F_0 dan F_{intake}) - <i>Intake</i> dapat berupa makan, minum,

Kontraksi	Menunjukkan adanya kontraksi otot miometrium pada uterus. Ditunjukkan oleh <i>edit box</i> tanda silang (X) dengan keterangan 'SEDANG KONTRAKSI'	- <i>support</i> dimodelkan oleh keterangan <i>edit box</i> dan dinamisnya slider sesuai dengan kondisi waktu, dan <i>input</i> dari user.
Relaksasi	adalah kebalikan dari kontraksi yang menunjukkan otot miometrium sedang istirahat. Dalam <i>edit box</i> 'SEDANG KONTRAKSI' menjadi <i>blank</i> . Pada saat relaksasi user dapat memberi <i>input</i> berupa makan, minum, atau <i>support</i> .	- pemodelan relaksasi adanya kondisi <i>edit box</i> yang <i>blank</i> . - dan jika user memberikan <i>input</i> maka akan terjadi perubahan energi dan gaya. - jadi slider gaya dan <i>edit box</i> akan berubah - untuk mempermudah tombol yang diaktifkan dapat diklik oleh user. - untuk nilai <i>vital sign</i> diberikan rentang normal dan terdapat penyimpangan abnormal sebesar 30-50% - air ketuban : adalah dinilai selaputnya jika U (utuh), dan jika J (jernih) dilatasi serviks dinilai tiap empat jam dari pemeriksaan dalam yang perubahannya tiap 4 jam. - Penyusupan, ini penilaian dari KII dari pemeriksaan dalam dimodelkan dengan laporan rentang nilai
Pemantauan	<i>Vital sign</i> : tensi, suhu, nadi, DJJ)	
	Air ketuban	
	Dilatasi serviks	
	Penyusupan	
	Penurunan kepala	
	Lama persalinan	

penyusupan dan diacak dari 0-3
- Disimulasikan secara bertahap dalam KII dari 5/5-0/5
- Lama persalinan KI memakai *reduction time scale* 1/100, maksudnya 1 jam aktual = 0,01 jam simulasi.

Tabel 3.3 Rentang nilai untuk pemantauan partograf

Parameter Pemantauan	Nilai Normal	Nilai Abnormal	Satuan
Suhu	36-38	<36 dan >38	°C
Tensi	100-140/70-90	<100 dan >130 / <70 dan >100	mm Hg
Nadi	80-100	<80 dan >100	BPM
DJJ	120-160	< 120 dan > 160	BPM
Dilatasi serviks	1-10		cm
Penyusupan	0, 1, 2, 3		
Penurunan Kepala	5/5-0/5		
Kontraksi : Frekuensi (f)	2x/10 (KI) 3x/10 (KII)		menit
Selaput atau Air Ketuban	Utuh (K I), Jernih (K II)		
Lama Persalinan	K I : 16 jam K II : < 2jam		
Tarik Nafas	8-10		detik
Dorong	10-15		detik

Keterangan :Energi awal : ditentukan diawal, KI: Kala I, KII: Kala I.

Tabel 3.4 Nilai Konversi Energi

Parameter	Normal	Abnormal	Syarat
Suhu	+ 5 %	- 5%	R
Tensi	+5%	-5%	R
Nadi	+5%	-5%	R
DJJ	+5%	-5%	R
Kontraksi	+ 20%	-20%	Sesuai kala, fase & K
Mengejan	+30%	-30%	K
Makan	+5%	-5%	R
Minum	+10%	-10%	R
<i>Support</i>	+15%	-15%	R/K

Keterangan : R : Relaksasi, K : Kontraksi

Formula Proses Persalinan Normal

Proses persalinan kala I, adalah tahapan untuk memodelkan dilatasi serviks. Sehingga, proses kontraksi ini dapat dimodelkan sebagai *hydraulic actuator*. Sedangkan akibat dari kontraksi ini juga menyebabkan terjadinya dilatasi dan *efasi* serviks yang menyebabkan terjadinya tekanan yang mendorong selaput ketuban kearah jalan lahir sehingga mampu menekan syaraf-syaraf persalinan dan menyebabkan ibu ingin mengejan. Proses mengejan ini dikoordinir oleh tarik nafas dan dorong. Ketika tarik nafas ibu menghirup udara dari luar kemudian mendorong, mekanismenya diafragma mengembang karena berisi udara dan ditekan untuk mengejan sehingga menyebabkan dorongan pengeluaran bayi. Proses ini disebut dengan *pneumatic actuator*. *Pneumatic* adalah suatu gaya yang disebabkan tekanan oleh udara. Dari kedua mekanisme tersebut dapat diformulasikan menjadi :

$$F_{total} = F_1 + F_2 \dots (3.1)$$

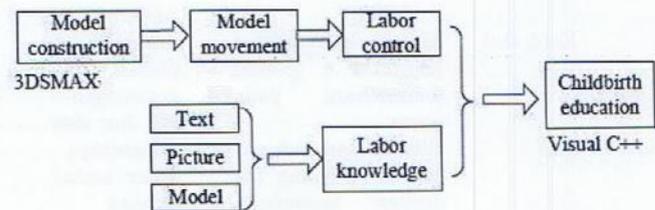
Keterangan :

F_{total} : adalah gaya total atau gaya resultan,

F_1 : gaya yang timbul akibat kontraksi/*hydraulic actuator*,

F_2 : gaya yang timbul akibat dari mengejan/*pneumatic actuator*

Dalam pemodelan F_1 ini disebabkan oleh adanya kontraksi otot miometrium pada *uterus*. Dalam pemodelan ini ada konversi energi menjadi gaya. Jadi langsung diberikan energi awal dan dikonversi menjadi gaya (F_{total}) yang diasumsikan sebagai energi yang sudah



ada pada *parturien* ketika sudah masuk masa persalinan (*in partu*). F_{total} merupakan representasi dari gaya yang besarnya dapat dirumuskan menjadi :

$$F_{total} = k_1 E_{0n} \times k_2 \dots (3.2)$$

$$k_1 = \text{fraksional(Newton/Joule)} \dots (3.3)$$

$$k_2 = \frac{\Delta E}{\text{kontraksi/relaksasi}} (\text{Newton}) \dots (3.4)$$

Aktivitas fisiologis maupun perubahannya dapat merubah besarnya energi (E). Besarnya energi total dapat dirumuskan sebagai :

$$E = k_1 E_{0n} + \Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3 \dots (3.5)$$

$$\Delta E_1 = E_{0n} + k_2 \times \text{value kontraksi/relaksasi} \dots (3.6)$$

$$\Delta E_2 = E_{0n} + k_2 \times \text{value intake} \dots (3.7)$$

$$\Delta E_3 = E_{0n} + r_n \times \text{value}_x \dots (3.8)$$

Keterangan :

F_{total} = gaya resultan (Newton),

E = energi (Joule),

E_{0n} = energi awal ke- n ($n = 0,1,2,3, \dots$),

ΔE_1 = perubahan energi yang disebabkan oleh kontraksi/relaksasi,

ΔE_2 = perubahan energi yang disebabkan oleh *intake* (makan, minum, *support*) besarnya *value intake* tergantung jumlah *intake* dan macam *intake* (lihat Tabel 3.4),

ΔE_3 = perubahan energi yang disebabkan oleh keadaan *vital sign* dan gaya dorong,

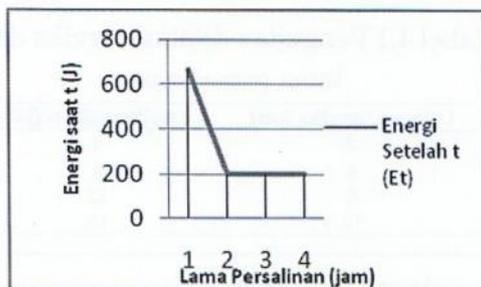
Value_intake = tergantung *intake* yang dilakukan makan, minum, atau *support*

$value_x$ = nilainya tergantung periode *vital sign* (tensi, suhu, nadi, DJJ) dan dorong lihat Tabel 3.1.

Algoritma Proses Persalinan Normal

Algoritma *switching* adalah metoda yang digunakan untuk mengatur *rule* permainan (*gameplay*) dari aplikasi *partus simulator*. Algoritma *switching* adalah suatu metoda yang digunakan sebagai *switch* yang dapat memproses *rule game playing* aplikasi *partus simulator*. Algoritma kontrol adalah metoda yang digunakan untuk mengatur *rule* permainan (*gameplay*) dari aplikasi *partus simulator*. Algoritma kontrol ini adalah suatu sistem yang mengatur/mengontrol aplikasi *partus simulator* untuk mensimulasikan proses persalinan normal.

Kemudian implementasi model matematis dalam obyek ibu dan bayi untuk mensimulasikan proses persalinan yang meliputi : posisi (Z0-Z), gaya(F dorong), perubahan gaya-kecepatan(F-v), perubahan gaya-posisi (F-x).



Gambar 3.1 *Framework* rancangan model *Partus Simulator*

Saat kala II adalah proses yang terjadi adalah mekanisme kontraksi dan mengejan yang menyebabkan terjadinya pengeluaran janin dari dalam rahim ibu. Konsep kontraksi antara saat kala I dan II berbeda. Secara garis besar *switching algorithm* hampir sama dengan yang terjadi saat kala I, hanya saja

pengaturan waktunya yang berbeda. Dalam hal waktu untuk kala I dan kala II, yang lamanya 16 jam untuk kala I dan kala II (dua jam) menggunakan *time reduction scale*.

Pemodelan saat tahap kala I lebih bersifat internal dan visualisasi perubahan pemantauannya disesuaikan dengan pemeriksaan dan pengukuran untuk pemantauan partografya. Saat tahapan kala I, dengan aturan dapat mempersiapkan diri untuk kala II, istilahnya merupakan akumulasi energi yang diperlukan di kala II nantinya. Pemantauan partograf yang biasa dilakukan pada persalinan normal. *Update* terhadap besarnya energi dilakukan setiap saat. Aktivitas makan, minum, *support* langsung dihitung hasilnya berupa F dan F0 yang selalu berubah seiring berjalannya waktu. Dan aktivitas yang dilakukan selama kontraksi atau relaksasi berdasarkan *input* dari *user*. Dalam implementasi berikut ini cuplikan pada koding pemrograman dibawah. Pengaturan awal yang tampak setelah *load* gambar adalah laporan kondisi *anamnesa* seperti dibawah ini :

```

m_fSTensi =100.0;
m_fDTensi =80.0;
m_fSuhu =36.0;
m_fNadi =80.0;
m_fDjj =120.0;
m_fVT =0.0;
m_fElapse =0.0;
m_nKetuban = L'U';

```

Sedangkan aturan yang digunakan dalam simulasi, energi awal diasumsikan berdasar kondisi awal *parturien*. Kemudian *intake* diberi suatu nilai yang besarnya dikalikan dengan nilai energi awal. Masing-masing *intake* memiliki nilai seperti pengaturan dibawah ini :

VALUE_MAKAN =0.10;
 VALUE_MINUM =0.15;
 VALUE_SUPPORT[0]=0.15;
 VALUE_SUPPORT[1]=0.15;
 VALUE_SUPPORT[2]=0.15;
 VALUE_KONTRAKSI =0.05;
 VALUE_RELAKSASI =0.025;
 VALUE_SUHU =0.05;
 VALUE_TENSI=0.05;
 VALUE_NADI =0.05;
 VALUE_DJJ =0.05;
 VALUE_NAFAS =0.2;
 VALUE_DORONG =0.2;
 VALUE_EtoF_FACTOR =0.3; (nilai konversi EkeF)

Kemudian batasan dalam skenario *gameplay* antara lain:

Z0 =0.0;
 Z1 =-3.9;
 ZTHETA0 = Z0;
 ZTHETA1 = Z1;
 THETA0 =-N \times Pi/2;
 DTHETA =-1 \times N \times Pi;// ganti tanda jika arah putar
 MAX_ENERGY =5000.0;
 MIN_ENERGY =200.0;
 MAX_GAYA =3000.0;// lebih kecil dari energi
 MIN_GAYA =50.0;
 MAX_LAMANAFAS =12.0;
 MAX_LAMADORONG =10.0;
 MAXMAKAN =10;
 MAXMINUM =10;
 MAXSUPPORT[0]=50;
 MAXSUPPORT[1]=50;
 MAXSUPPORT[2]=50;
 staticconstfloat NORMAL_SUHU[]={36.0f,38.0};
 staticconstfloat NORMAL_STENSI[]={100.0f,130.0};
 staticconstfloat NORMAL_DTENSI[]={70.0f,100.0};
 staticconstfloat
 NORMAL_NADI[]={80.0f,100.0};
 staticconstfloat NORMAL_DJJ[]={120.0f,160.0};

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian pemodelan proses persalinan normal dan pemantaunnya saat I dan II dilakukan berdasarkan pengujian secara internal untuk menguji

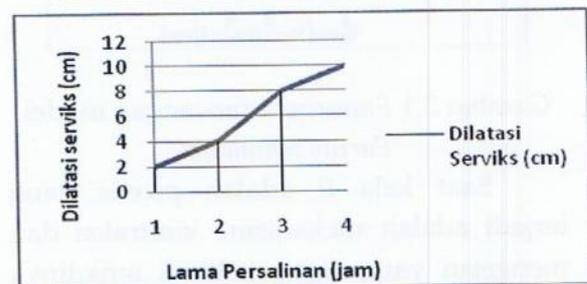
fungsi model pengujian model secara eksternal melalui kuesioner yang ditujukan bagi *user* (bidan, dokter) berdasarkan *user experience* dan *usability* selama menggunakan produk aplikasi *partus simulator* untuk mendapatkan *feedback* yang cepat dari *user* dengan metoda paradigma pengujian "Quick and Dirty".

Pengujian Internal

Dalam pengujian internal bertujuan untuk menguji fungsional tentang pengaturan skenario antara dilatasi serviks dan lama persalinan. Dilatasi serviks diketahui dari pemeriksaan dalam yang dilakukan setiap empat jam sekali. Jadi, lama persalinan akan mengikuti skenario persalinan normal saat kala I dalam kisaran 14 sampai <18 jam. Metode Pengujiannya adalah : membuat pengujian dengan skenario tertentu, untuk mendapatkan data tentang dilatasi serviks dan lamanya persalinan. Pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian dilatasi serviks dan lama persalinan.

Dilatasi Serviks (cm)	LamaPersalinan (Jam)
2	4
4	8
8	12
10	16



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara dilatasi serviks (y) terhadap lamanya persalinan (x).

Keterangan :

Sumbu x : pemeriksaan *vaginal examination* (empat jam sekali)

Sumbu y : dilatasi serviks (cm)

Berdasarkan tentang perilaku dilatasi serviks terhadap lama persalinan, menurut Friedman ada tiga tahapan : fase akselerasi, kelandaian maksimum (*steady*), dan deselerasi. Berarti pengujian diatas sudah sesuai dengan skenario antara dilatasi serviks dengan lama persalinan yang berdasarkan waktu pemeriksaan. Pengujian dengan perlakuan dari *user* atau bidan : diberikan *support* sebanyak sepuluh kali (saat dilatasi serviks 2, 4, 8, dan 10 cm). Dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian antara energi dan lama persalinan.

Dilatasi Serviks (cm)	Pemberian Support	Lama Persalinan (jam)	Energi Awal (E0)	Energi Setelah t (Et)
2	10 kali	4	500	664
4	10 kali	8	500	200
8	10 kali	12	500	200
10	10 kali	16	500	200

Gambar 4.2 Grafik hubungan antara lamanya persalinan dan perubahan energinya.

Keterangan :

Sumbu x : lama persalinan (4 jam sekali),

Sumbu y : energi saat t

Berdasarkan Gambar 4.2 dan Tabel 4.2 diatas lama persalinan mempengaruhi jumlah energi. Pengurangan energi ini dikarenakan adanya aktivitas kontraksi dan relaksasi yang menyebabkan berkurangnya energi. Dengan perlakuan tambahan *support* 10 kali pada periode lama persalinan tertentu mempengaruhi energinya. Tetapi karena pengaruh *support* lebih kecil dibanding dengan lamanya

persalinan, sehingga energinya berada dalam batas energi minimum. Jumlah *intake* (berupa *support*) akan mempengaruhi besarnya penambahan energi dan berkurangnya energi karena waktu yang digunakan untuk aktivitas. Padahal energi ini nantinya digunakan untuk konversi gaya yang representasi dari mengejan dan kontraksi atau merupakan gaya resultan. Maka, agar menghasilkan gaya yang besar maka ketika energi berkurang, *user* dapat memberikan *intake* berupa makan, minum, dan *support*. Tentu saja pemberian *intake* ini harus sesuai dengan aturan yang dibuat dalam skenario.

Pemodelan kala II bersifat internal dan eksternal karena ada pengaruh kontraksi dan mengejan ibu yang diasumsikan sebagai internal dan *externalforce*. Di kala II ada resultan gaya dari F_1 (*internal force* dari kontraksi) dan F_2 (*external force* dari mengejan). *Internal force* lebih dipengaruhi oleh kondisi *performance* ibu yang dapat dinilai dari hasil pengukuran *vital sign* : tensi, suhu, nadi, dan DJJ. Disesuaikan juga dengan perubahan fisiologisnya, yakni : bila terjadi kontraksi maka ibu harus mengejan yang dikoordinir oleh tombol instruksi dari *user*/bidan berupa : tarik nafas dan dorong. Sedangkan saat terjadi relaksasi maka ibu dapat beristirahat, makan, minum. *support* dapat diarahkan saat kontraksi/relaksasi. *Support* dibagi menjadi tiga : yaitu instruksi, menenangkan, dan mengarahkan.

Untuk mengetahui perbedaannya dikelompokkan menjadi berbagai perlakuan antara lain : perlakuan makan, perlakuan minum, dan perlakuan *support*. Untuk makan, minum dan *support* dapat dilakukan saat kala I. Kala II diasumsikan sudah tidak makan atau minum. Hanya

support saja, kemudian mengejan yang dikoordinir oleh tarik nafas dan dorong. Hal ini dikarenakan saat kala II, periode kontraksi yang makin sering frekuensi, dengan periode waktu kontraksi yang berdekatan, dan durasi kontraksi yang lama. Akibatnya *parturien* merasa sangat nyeri pada bagian punggung bawah, dan ingin selalu mengejan karena adanya tekanan pada syaraf-syaraf persalinan dan tekanan *intrauterine* yang disebabkan kontraksi dan adanya tekanan *intraabdomen* karena mengejan. Dari hasil pengujian model untuk kala II diperoleh hasil bahwa : jika saat kala I tidak diberikan *intake*, maka saat kala II energinya dapat diperoleh dengan penambahan *support* yang cukup, pada rentang energi sekitar 2000 yang dapat menyebabkan bayi lahir. Jadi antara perlakuan saat kala I mempengaruhi jumlah energi yang diperlukan saat kala II.

Sedangkan berdasarkan pengamatan mekanisme rotasi kepala selama *ekspulsi* janin masih kurang sempurna. Hal ini dapat disebabkan oleh karena rasio ukuran kepala dan bahu 1 : 1 dan kurangnya energi yang tidak mencukupi sehingga gaya dorong yang dihasilkan belum cukup untuk *ekspulsi* sempurna. Sehingga waktu *ekspulsi* sebenarnya sudah ada didaerah bahu, yang dalam fakta harusnya janin sudah dapat *ekspulsi* dengan sempurna. Tetapi, dalam simulasi ini harus ditambah gaya dorongnya dengan memberikan *intake* berupa *support* karena *ekspulsi* terjadi saat kala II

Pengujian Eksternal

Pengujian eksternal didapatkan dari pengujian model yang didasarkan pada aspek *user* (bidan, dokter). Responden

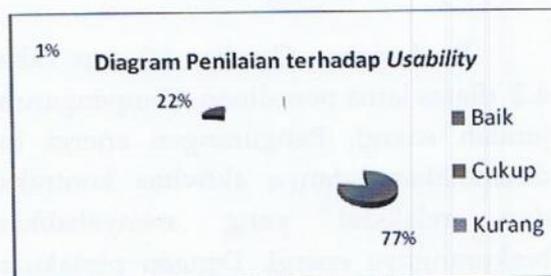
yang diminta untuk memainkan simulasi model dan mengisi kuesioner adalah mahasiswa D-IV Bidan Pendidik Kebidanan UNPAD berjumlah sepuluh orang. Hal ini untuk menilai desain interaksinya yaitu pada *usability* (keefektifan) dan pada *user experience* (*helpful* dan *motivating*). Kuesioner yang diberikan adalah untuk memberi penilaian dengan tiga gradasi penilaian yaitu baik (B), cukup (C), dan kurang (K). Dari hasil pengisian kuesioner oleh responden didapatkan hasil yang menjawab baik, diprosentasekan dan diolah menjadi grafik agar lebih mudah dievaluasi. Hasil pengujian tersebut setelah diolah didapatkan data seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data penilaian *expert* terhadap parameter *biomodeling* proses persalinan normal dan pemantaunnya saat kala I dan II.

Parameter Model	Rata-rata Penilaian <i>Expert</i> (%)		
	B	C	K
<i>Usability</i>	77	22	1
<i>User Experience Helpful</i>	80	20	0
<i>User Experience Motivating</i>	80	20	80

Keterangan : B= baik, C=cukup, K=kurang.

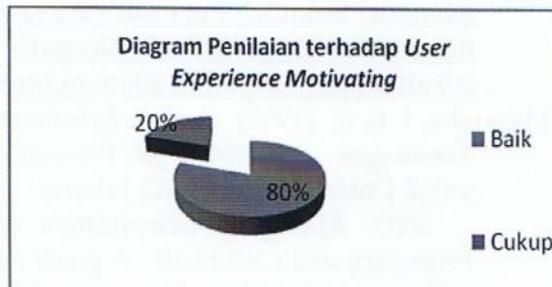
Setelah data diatas diolah dapat diperoleh gambar seperti diagram-diagram dibawah ini :



Gambar 4.4 Grafik Penilaian terhadap *Usability* (keefektifan).



Gambar 4.5 Grafik Penilaian terhadap *Helpful*.



Gambar 4.6 Grafik Penilaian terhadap *Motivating*.

Berdasarkan penilaian yang tergambar dalam grafik diatas pemodelan *partus simulator* dari aspek *usability* dinilai baik sebesar 77 %, cukup 22 %, dan kurang sebesar 1%. Berdasarkan penilaian terhadap aspek *Helpful* pemodelan sudah baik berdasarkan penilaian *user* yang menilai baik sebesar 80% dan cukup sebesar 20%. Diagram pada Gambar 4.6 berdasarkan penilaian *user* yang menilai baik sebesar 80% dan menilai cukup 20%. Jadi, secara garis besar pemodelan proses persalinan normal dan pemantauannya saat kala I dan II pada *partus simulator* sudah cukup baik.

5. Simpulan dan Saran

Simpulan

1. *Biomodeling* persalinan normal merupakan ide awal untuk model konseptual dengan skenario tentang persalinan berbasis *software*,

2. Berdasarkan pengujian fungsional yang dilakukan secara internal, pemodelan tersebut sudah mendekati dengan proses persalinan normal,
3. Rotasi eksternal kepala belum sempurna yang disebabkan rasio bahu dan kepala yang kurang ideal,
4. Sedangkan berdasarkan pengujian model "*Quick and Dirty*" yang dievaluasi dengan melibatkan *user* untuk menilai desain interaksi baik *usability* dan *user experience* menunjukkan bahwa model yang dirancang untuk aplikasi *partus simulator* sudah cukup baik.

Saran

1. perlu dikembangkan untuk proses persalinan abnormal,
2. perlu diuji secara mendalam tentang manfaat dengan adanya *software* untuk pembelajaran bagi penolong persalinan (bidan, dokter),
3. untuk mendapatkan mekanisme yang lebih sempurna perlu dibuat model yang lebih detail.

6. Daftar Pustaka

- Kheddar, et. al. 2004. *Interactive Childbirth Simulator with Haptic Feedback : Preliminary Design*, Laboratory System Complex, Proceeding of Euro Haptics, Munich, Germany.
- Bell, F. 1972. *Biomechanics of Human Parturition, A Fundamental Approach to the mechanics of the first stage labour*, PhD Thesis, University of Strachlyde-Glasgow.
- Dickinson, C. J. 1972. *A Digital Computer Model to Reach and Study Gas Transport and Exchange between Lungs, Blood, and Tissue (MACPUF)*, " J. of Physiology, London.
- Gabbe S. G., et. al. 2002. *Obstetric and Normal and Problem Pregnancies; Labor and Delivery*, Churchill Livingstone Philadelphia..pg 353-389., 4th edition.