

**PERANCANGAN SISTEM *ROD PUMP* MELALUI HASIL
SIMULASI PERHITUNGAN *PUMP CARD* BERDASARKAN
*SURFACE CARD***

Arief Darmawan

NRP : 1522009

e-mail : darmawan_arief13@yahoo.com

ABSTRAK

Pada sistem *rod pump* dibutuhkan *design* yang sesuai agar *rod pump* menghasilkan *pump card* ideal. Namun mengubah *design* yang sesuai secara *real* tidak efisien secara ekonomi maupun waktu.

Metode pengambilan data *surface card* telah digunakan untuk menganalisa sistem *rod pump*. Namun interpretasi kondisi pompa aktual dari *surface card* sangat sulit karena bergantung pada keahlian penganalisa. Prosedur analisa yang ideal adalah dengan mengambil data *downhole*(didalam sumur) yang biasa disebut *pump card*. Pengambilan data *pump card* tidak efisien secara ekonomi karena perangkat-perangkat tambahan dibutuhkan untuk mengambil data *pump card*. Metode perhitungan *pump card* berdasarkan *surface card* dibutuhkan agar dapat menganalisa sistem *rod pump* secara aktual dan efisien.

Persamaan gelombang dapat menggambarkan model sistem *rod pump*. Pada tugas akhir ini dilakukan simulasi perhitungan data *pump card* menggunakan metode beda hingga(*finite difference*) untuk solusi persamaan gelombang. *Design* sistem alternatif dapat dibandingkan menggunakan simulasi untuk mendapatkan hasil yang ideal. Pada tugas akhir ini juga dilakukan *design* sistem *rod pump* melalui hasil simulasi perhitungan *pump card* berdasarkan *surface card* sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya yang tinggi dan waktu yang terbuang untuk mengubah *design* secara *real* untuk mendapatkan *pump card* yang ideal.

Design yang ideal didapatkan melalui hasil simulasi untuk *surface card* yang digunakan berdasarkan referensi adalah dengan menggunakan diameter *rod string* 0.625 inch, panjang *rod string* 3000 ft, dan kecepatan pompa 11 SPM.

Kata kunci: *Rod pump, Surface card, pump card, persamaan gelombang, finite difference*

**DESIGN ROD PUMP SYSTEM THROUGH SIMULATION
RESULT OF PUMP CARD CALCULATION BASED ON
SURFACE CARD**

Arief Darmawan

NRP : 1522009

e-mail : darmawan_arief13@yahoo.com

ABSTRACT

An Appropriate design is needed to get ideal pump card. But to change the appropriate design in real situation is not economically and time efficient.

Surface card data collection methods have been used to analyze the rod pump system. However, the interpretation of the actual pump conditions from the surface card is very difficult because the data are qualitative and depend on the expertise of the analyzer. The ideal analysis procedure is to measure the downhole which is commonly called a pump card. Retrieving the pump pump data is not economically efficient because additional devices are needed to retrieve the pump card data. Pump card calculation method based on surface card is needed to analyze the actual rod pump system efficiently.

The wave equation can describe the model of the rod pump system. At this final project, a simulation of pump card calculation performed using a finite difference method for the wave equation solution. Alternative system designs can be compared using simulations to get ideal results. In this final project a design of rod pump system also be carried out through the simulation results of pump card calculations based on surface card so there is no need to incur high costs and a lot of time to change the design in real situation to get ideal pump card.

The ideal design through simulation results for surface cards used based on references is 0.625 inch for diameter rod string, 3000 ft for rod string length, and 11 SPM for pump speed.

Keywords: *Rod pump, Surface card, pump card, wave equation, finite difference*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
II.1 <i>Rod pump</i> ^[4]	4
II.1.1 Komponen Utama <i>Rod pump</i> ^[4]	5
II.1.2 Prinsip Kerja <i>Rod pump</i> ^[4]	7
II.2 <i>Dynamometer</i> ^[5]	8
II.2.1 Pencatatan Pembebanan oleh <i>Dynamometer</i>	8
II.2.2 Dasar <i>Dynamometer Card</i>	9
II.2.3 <i>Surface Card</i>	11

II.2.4 <i>Pump Card</i> ^[8]	13
II.3 Model Rod Pump.....	16
BAB III PERANCANGAN SISTEM	19
III.1 Perancangan Simulasi Sistem <i>Rod pump</i>	19
III.2 Data <i>Surface card</i>	20
III.3 Kinematika Sistem <i>Rod pump</i>	25
III.4 <i>Load</i> pada Sistem <i>Rod pump</i>	26
III.5 Perhitungan Data <i>Pump card</i>	28
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	36
IV.1 Hasil Pengambilan Data <i>Pump card</i> dari <i>Surface Card</i>	36
IV.1.1 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter <i>Rod string</i> 0.625 inch, 0,75 inch, 0.875 inch, 1 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM	36
IV.1.2 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter Rod string 0.625 inch, 0.75 inch, 0.875 inch, 1 inch, Panjang Rod string 2000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.	45
IV.1.3 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter Rod string 0.625 inch, 0.75 inch, 0.875 inch, Panjang Rod string 3000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM	53
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	62
V.1 Simpulan	62
V.2 Saran.....	62
DAFTAR REFERENSI	63
LAMPIRAN A SYNTAX PROGRAM.....	A-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Rod pump</i> Beserta Nama Komponen.....	5
Gambar II.2 Deretan Gelombang yang Mewakili Perpindahan Posisi <i>Rod</i> terhadap Waktu.....	10
Gambar II.3 <i>Dynamometer</i> untuk Rangkaian <i>Rod</i> pada Sumur Kering	10
Gambar II.4 <i>Surface Card</i> dan <i>Pump Card</i>	11
Gambar II.5 Penempatan Load Cell Sensor pada <i>Rod pump</i>	12
Gambar II.6 <i>Surface Card</i> sebagai <i>Database</i>	12
Gambar II.7 Gerakan <i>Downstroke</i> Sistem <i>Rod pump</i>	13
Gambar II.8 Gerakan <i>Upstroke</i> Sistem <i>Rod pump</i>	13
Gambar II.9 <i>Pump Card</i> saat Kondisi Fluid Pound	15
Gambar II.10 <i>Pump Card</i> saat Kondisi <i>Gas Pound</i>	16
Gambar III.1 Diagram Blok Proses Perancangan Simulasi Sistem <i>Rod pump</i>	19
Gambar III.2 Diagram Alir Perancangan Simulasi Sistem Rod Pump	20
Gambar III.3 <i>Surface card</i> untuk Pembuatan Simulasi	21
Gambar III.4 Grafik Nilai X (<i>Rod Displacement</i>) terhadap Waktu	22
Gambar III.5 Grafik Nilai Y (<i>Load</i>) terhadap Waktu	22
Gambar III.6 Diagram Alir Pemisahan Nilai X dan Y saat <i>Upstroke</i> dan <i>Downstroke</i>	23
Gambar III.7 Grafik Nilai <i>Load</i> terhadap <i>Rod Displacement</i> saat <i>Downstroke</i>	24
Gambar III.8 Grafik Nilai <i>Load</i> terhadap Rod Displacement saat <i>Upstroke</i>	25
Gambar III.9 Grafik Penggabungan Nilai Y terhadap X saat Gerakan <i>Upstroke</i> dan <i>Downstroke</i>	25
Gambar III.10 Diagram Alir Kinematika Sistem Pompa.....	25
Gambar III.11 Grafik <i>Rod displacement</i> terhadap Sudut.....	26
Gambar III.12 Diagram Alir Pengambilan Data <i>Load</i> dalam Satu Siklus.....	27
Gambar III.13 Grafik <i>Load</i> terhadap Sudut	27
Gambar III.14 <i>Surface card</i> dalam Satu Siklus 360°	28
Gambar III.15 Bentuk Matriks untuk Menghitung Data <i>Pump card</i> ^[6]	30
Gambar III.16 Diagram Alir Proses Perhitungan <i>Pump card</i>	31

Gambar III.17 Matriks MxN yang berisi nilai NaN.....	31
Gambar III.18 Inisialisasi Baris Pertama	32
Gambar III.19 Inisialisasi Baris Kedua.....	32
Gambar III.20 Matriks untuk Perhitungan <i>Pump card</i>	33
Gambar III.21 <i>Pump card</i> jika menggunakan 360 Kolom Data Satu Siklus.....	34
Gambar III.22 Data <i>Rod Displacement</i> terhadap iterasi 1 sampai 720.....	34
Gambar III.23 Data <i>Load</i> terhadap Iterasi 1 sampai 720.....	35
Gambar III.24 Hasil Simulasi Data <i>Pump card</i>	35
Gambar IV.1 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.625 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan kecepatan 8 SPM.....	37
Gambar IV.2 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.625 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan kecepatan 20 SPM.....	38
Gambar IV.3 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.75 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan kecepatan 8 SPM.....	39
Gambar IV.4 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.75 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan kecepatan 20 SPM.....	39
Gambar IV.5 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan kecepatan 8 SPM.....	41
Gambar IV.6 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan kecepatan 20 SPM.....	41
Gambar IV.7 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan kecepatan 8 SPM.....	43
Gambar IV.8 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 1000 ft, dan kecepatan 20 SPM.....	43
Gambar IV.9 <i>Pump card</i> dengan Parameter diameter <i>rod string</i> 0.625 inch, panjang <i>rod string</i> 2000 ft, dan kecepatan 15 SPM.....	46
Gambar IV.10 <i>Pump card</i> dengan Parameter diameter <i>rod string</i> 0.625 inch, panjang <i>rod string</i> 2000 ft, dan kecepatan 20 SPM.....	46
Gambar IV.11 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.75 inch,....	47
Gambar IV.12 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.75 inch,....	48
Gambar IV.13 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 2000 ft, dan kecepatan 10 SPM.....	49

Gambar IV.14 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 2000 ft, dan kecepatan 20 SPM.....	49
Gambar IV.15 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 1 inch, Panjang <i>Rod string</i> 2000 ft, dan Kecepatan 8 SPM.....	51
Gambar IV.16 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 1 inch, Panjang <i>Rod string</i> 2000 ft, dan Kecepatan 20 SPM.....	51
Gambar IV.17 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.625 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Kecepatan 20 SPM.....	54
Gambar IV.18 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.625 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Kecepatan 11 SPM.....	54
Gambar IV.19 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.75 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Kecepatan 10 SPM.....	56
Gambar IV.20 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.75 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Kecepatan 20 SPM.....	56
Gambar IV.21 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Kecepatan 10 SPM.....	58
Gambar IV.22 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Kecepatan 20 SPM.....	58
Gambar IV.23 <i>Pump card</i> dengan Parameter diameter <i>rod string</i> 0.625 inch, panjang <i>rod string</i> 2000 ft, dan kecepatan 15 SPM.....	60
Gambar IV.24 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.625 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Kecepatan 10 SPM.....	60
Gambar IV.25 <i>Pump card</i> dengan Parameter Diameter <i>Rod string</i> 0.625 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Kecepatan 11 SPM.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Tabel Variabel yang digunakan pada Simulasi.....	29
Tabel IV.1 Hasil Simulasi Pump card dengan Diameter Rod string 0.625 inch, Panjang Rod string 1000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	37
Tabel IV.2 Hasil Simulasi Pump card dengan Diameter Rod string 0.75 inch, Panjang Rod string 1000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	38
Tabel IV.3 Hasil Simulasi Pump card dengan Diameter Rod string 0.875 inch, Panjang Rod string 1000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	40
Tabel IV.4 Hasil Simulasi Pump card dengan Diameter Rod string 1 inch, Panjang Rod string 1000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	42
Tabel IV.5 Nilai Rata-rata Hasil Simulasi dari Tabel IV.5 sampai IV.8.....	44
Tabel IV.6 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter Rod string 0.625 inch, Panjang Rod string 2000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	45
Tabel IV.7 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter <i>Rod string</i> 0.75 inch, Panjang <i>Rod string</i> 2000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	47
Tabel IV.8 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 2000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	48
Tabel IV.9 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter <i>Rod string</i> 1 Inch, Panjang <i>Rod string</i> 2000 Inch, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	50
Tabel IV.10 Nilai Rata-rata Hasil Simulasi dari Tabel IV.5 sampai IV.8.....	52
Tabel IV.11 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter <i>Rod string</i> 0.625 inch , Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	53
Tabel IV.12 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter <i>Rod string</i> 0.75 inch , Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	55
Tabel IV.13 Hasil Simulasi <i>Pump card</i> dengan Diameter <i>Rod string</i> 0.875 inch, Panjang <i>Rod string</i> 3000 ft, dan Parameter Kecepatan 8 sampai 20 SPM.....	57
Tabel IV.14 Nilai Rata-rata Hasil Simulasi dari Tabel IV.11 sampai IV.13.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A *SYNTAX PROGRAM*A-1

