

PERBANDINGAN MODEL REGRESI LOGISTIK DAN *GENERALIZED ESTIMATING EQUATION* (GEE) DALAM MENGANALISIS PENYEBAB GANGGUAN ATM

(Studi Kasus : ATM Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut)

TUGAS AKHIR



Marisa Nur Lestari

14611256

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2018

PERBANDINGAN MODEL REGRESI LOGISTIK DAN *GENERALIZED ESTIMATING EQUATION* (GEE) DALAM MENGANALISIS PENYEBAB GANGGUAN ATM

(Studi Kasus : ATM Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Statistika**



Marisa Nur Lestari

14611256

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2018

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : Perbandingan Model Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* (GEE) Dalam Menganalisis Penyebab Gangguan ATM (Studi Kasus: ATM Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut)

Nama Mahasiswa : Marisa Nur Lestari

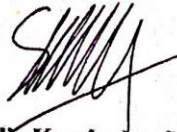
Nomor Mahasiswa: 14 611 256

TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK

DIUJIKAN

Yogyakarta, 16 April 2018

Pembimbing



(M. Hasan Sidiq Kurniawan, S.Si., M.Sc.)

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN MODEL REGRESI LOGISTIK DAN *GENERALIZED ESTIMATING EQUATION* (GEE) DALAM MENGANALISIS PENYEBAB GANGGUAN ATM

(Studi Kasus : ATM Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut)

Nama Mahasiswa : Marisa Nur Lestari

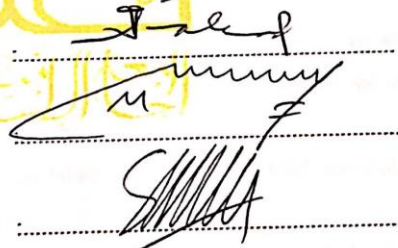
Nomor Mahasiswa : 14 611 256

TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
16 APRIL 2018

Nama Penguji

Tanda Tangan

1. Ir. Ali Parkhan, M.T.
2. Muhammad Muhajir, S.Si., M.Sc
3. M. Hasan Sidiq Kurniawan,
S.Si., M.Sc.



Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Drs. Allyar M.Sc., Ph.D

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, penulis panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya hingga kepada umatnya hingga akhir zaman. Tugas Akhir yang berjudul “Perbandingan Model Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* (GEE) Dalam Menganalisis Penyebab Gangguan ATM(Studi Kasus : ATM Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut)” ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Statistika di Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir, penulis telah banyak mendapat bimbingan, bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis bermaksud menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Drs.Allwar, M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta beserta seluruh jajarannya.
2. Bapak Dr. RB. Fajriya Hakim, M.Si, selaku Ketua Jurusan Statistika beserta seluruh jajarannya.
3. Bapak Muhammad Hasan Sidiq Kurniawan, S.Si, M.Sc yang sangat berjasa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dan selalu memberikan bimbingan, arahan dan saran selama penulisan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen Statistika di Universitas Islam Indonesia yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada penulis.
5. Kedua orang tua tercinta, Alm. Bapak H.Muchammad Noer HM dan Ibu Hj.Nurhikmah yang telah mendidik, memberikan kasih sayang, dukungan, dan doa disetiap langkah penulis.
6. Kakak, adik, dan keluarga tercinta yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis.

7. Rizkie Ade Herwandi sebagai orang terdekat penulis yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini serta selalu memberikan doa dan dukungan.
8. Sahabat sekaligus saudara di perantauan: Adis, Ajeng, Lala, Indah, Putri dan Mia yang telah berbagi ilmu, cerita, serta pengalaman suka dan duka yang tidak terlupakan.
9. Sahabat yang selalu memberikan dukungan walaupun terpisah jarak: Adzkia, Amel, Dewi, Monica, dan Syifa yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Teman-teman satu bimbingan Tugas Akhir: Dhea, Ellysa, Yusi, Rima, Rati, Nilam, Inayatus, Tista, Roni, Ulin, Panji dan Irsyad yang saling memberikan dukungan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
11. Sahabat Statistika 2014 yang telah banyak memberikan warna di masa perkuliahan.
12. Seluruh pihak yang baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun selalu penulis harapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua yang membutuhkan. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa meridhoi segala usaha kita. Aamiin.

Yogyakarta, 16 April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Jenis Penelitian dan Metode Analisis	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
BAB III.....	12
LANDASAN TEORI.....	12
3.1 ATM.....	12
3.2 Regresi Logistik Biner	14

3.3 Variabel <i>Dummy</i>	15
3.4 Pengujian Parameter dalam Regresi Logistik	16
3.5 Uji <i>Goodness of Fit</i>	17
3.6 Data Longitudinal.....	17
3.7 Generalized Estimating Equation (GEE).....	20
3.8 <i>Odds Ratio</i>	22
3.9 <i>Fishbone Diagram</i>	23
BAB IV	25
METODOLOGI PENELITIAN	25
4.1 Populasi Penelitian	25
4.2 Variabel Penelitian	25
4.3 Metode Pengumpulan Data	26
4.4 Metode Analisis Data	26
4.5 Tahapan Pengambilan Data	26
BAB V.....	28
HASIL DAN PEMBAHASAN	28
5.1 Statistik Deskriptif	28
5.1.1 Perangkat.....	28
5.1.2 Selisih Waktu Gangguan.....	29
5.1.3 Status Jaringan	30
5.1.4 Status ATM	30
5.2 Analisis Regresi Logistik Biner	31
5.2.1 Uji <i>Overall</i>	31
5.2.2 Uji Parsial	31
5.3 <i>Generalized Estimating Equation (GEE)</i>	34
5.3.1 Pemilihan Struktur Korelasi Terbaik	34
5.3.2 Uji Parsial GEE.....	35

5.4	Pemilihan Model Terbaik	36
5.5	<i>Odds Ratio</i>	40
5.6	Uji <i>Goodness of Fit</i>	41
5.7	<i>Fishbone Diagram</i>	42
BAB VI		43
KESIMPULAN DAN SARAN		43
6.1	Kesimpulan	43
6.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		45

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Statistik Deskriptif Selisih Waktu Antar Gangguan.....	29
Tabel 5. 2 Uji Wald	32
Tabel 5. 3 QIC <i>Working Correlation Structure</i>	34
Tabel 5. 4 Pendugaan Titik Awal dan Parameter GEE	35
Tabel 5. 5 Uji Wald GEE	35
Tabel 5. 6 SSE Masing-masing Metode	36
Tabel 5. 7 Peluang Kejadian Penyebab Gangguan ATM.....	37
Tabel 5. 8 Hasil Rasio Odds Penyebab Gangguan ATM	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bentuk <i>dasar fishbone diagram</i>	24
Gambar 4. 1 Tahapan Pengambilan Data	26
Gambar 4. 2 Tahapan Penelitian.....	27
Gambar 5. 1 Gangguan Pada Perangkat	28
Gambar 5. 2 Gangguan Pada Status Jaringan.....	30
Gambar 5. 3 Gangguan Pada Status ATM	30
Gambar 5. 4 <i>Fishbone Diagram</i>	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data yang digunakan

Lampiran 2. *Output* Uji Parameter Regresi Logistik

Lampiran 3. Estimasi Model GEE

Lampiran 4. QIC

Lampiran 5. Uji Wald GEE

Lampiran 6. Uji *Goodness of Fit*

Lampiran 7. *Odds Ratio*

Lampiran 8. SSE Regresi Logistik dan GEE

Lampiran 9. Tabel *Chi-square*

Lampiran 10. Tabel Normal

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 16 April 2018



PERBANDINGAN MODEL REGRESI LOGISTIK DAN *GENERALIZED ESTIMATING EQUATION* (GEE) DALAM MENGANALISIS PENYEBAB GANGGUAN ATM

(Studi Kasus: ATM Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut)

Oleh: Marisa Nur Lestari

Program Studi Statistika Fakultas MIPA

Universitas Islam Indonesia

INTISARI

ATM (*Automatic Teller Machine*) merupakan alat telekomunikasi berbasis komputer yang menyediakan tempat bagi nasabah dalam melakukan transaksi keuangan tanpa membutuhkan *teller* bank. Namun dalam kenyataannya, ATM seringkali mengalami gangguan, baik gangguan dari jaringan komunikasi maupun gangguan *hardware*. Studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah ATM pada Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut yang merupakan salah satu kantor cabang utama Bank BNI di wilayah Kalimantan. Untuk mengetahui faktor penyebab gangguan tersebut, maka dilakukan analisis Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* (GEE). Regresi Logistik digunakan untuk mencari hubungan antara variabel dependen (Y) yang bersifat *biner* atau dikotomis sedangkan GEE merupakan perluasan dari model linear biasa dalam hal spesifikasi korelasi antara dua respon yang berbeda. Dengan menerapkan kedua metode tersebut, penyebab gangguan ATM dapat diketahui dengan jelas berdasarkan variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa GEE dengan struktur korelasi *independence* lebih tepat digunakan dalam menganalisis penyebab gangguan ATM karena data yang digunakan merupakan data longitudinal. Model yang diperoleh yaitu Logit $[\pi(x)] = \log\left(\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)}\right) = -2.185 + 0.156 \text{ selisih waktu antar gangguan} + 1.747 \text{ status jaringan}$. Untuk mengetahui penyebab gangguan ATM secara lebih spesifik digunakan pula *fishbone diagram*.

Kata Kunci: ATM, Gangguan ATM, Data Longitudinal, Regresi Logistik, *Generalized Estimating Equation*

**COMPARISON OF LOGISTIC REGRESSION AND GENERALIZED
ESTIMATING EQUATION (GEE) MODEL IN ANALYZING CAUSE OF
ATMOSPHERE ATMOSPHERE**

(Case Study: BNI ATM in KCU Kotabaru Pulau Laut)

By: Marisa Nur Lestari

Statistics Department, Faculty of Matematics and Sciences

Universitas Islam Indonesia

ABSTRACT

ATM (Automatic Teller Machine) is a computer-based telecommunication tool that provides a place for customers in conducting financial transactions without the need for bank tellers. But in reality, ATMs often experience interference, both interference from communication networks and hardware disturbances. The case study used in this research is ATM at Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut which is one of the main branches of Bank BNI in Kalimantan region. To determine the factors causing the disorder, then performed logistic regression analysis and Generalized Estimating Equation (GEE). Logistic regression is used to find the relationship between binary or dichotomous dependent (Y) variables while GEE is an extension of the ordinary linear model in terms of the correlation specification between two different responses. By applying the two methods, the cause of ATM interference can be clearly known based on variables that significantly affect ATM disruption. The results show that GEE with independent correlation structure is more appropriate to be used in analyzing the cause of ATM interference because the data used is longitudinal data. The obtained model is $\text{Logit} [\pi (x)] = \log \left(\frac{\pi (x)}{1-\pi (x)} \right) = -2.185 + 0.156 \text{ time difference between interference} + 1,747 \text{ network status}$. To know the cause of ATM disorder more specifically used also fishbone diagram.

Keyword: *ATM, ATM Disorders, Longitudinal Data, Logistic Regression, Generalized Estimating Equation*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring kemajuan zaman dan teknologi yang terus berkembang, institusi pemerintah, Badan Usaha Milik Negara, dan perusahaan-perusahaan swasta dituntut untuk terus meningkatkan kinerjanya agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat atau pengguna jasa. Pada era kemajuan teknologi, masyarakat diberikan berbagai kemudahan dalam memperoleh informasi dan pelayanan. Dalam dunia perbankan, bertransaksi dengan mudah merupakan hal yang sangat diperlukan oleh nasabah. ATM (*Automatic Teller Machine*) atau Anjungan Tunai Mandiri adalah alat telekomunikasi berbasis komputer yang menyediakan tempat bagi nasabah dalam melakukan transaksi keuangan tanpa membutuhkan seorang *teller* bank (Florian, 2004).

Pada awalnya mesin ATM hanya memiliki fasilitas menarik uang tunai namun seiring berjalannya waktu, kegunaan ATM pun semakin banyak misalnya membayar tagihan, transfer uang, membeli produk dan jasa (pulsa, token listrik, reksadana, dan sebagainya). Perkembangan lebih lanjut adalah hadirnya mesin-mesin ATM yang juga bisa setor uang secara langsung.

Pada kenyataannya, ATM seringkali mengalami gangguan, baik gangguan dari jaringan komunikasi maupun gangguan dari mesin ATM itu sendiri. Gangguan ATM disebabkan oleh berbagai sebab misalnya masalah pada perangkat didalam maupun diluar mesin ATM, masalah pada jaringan ATM, masalah pada layar ATM, hingga berbagai macam masalah gangguan yang terjadi dalam satu waktu sehingga menyebabkan mesin ATM kembali rusak setelah dilakukannya perbaikan. Dampak dari gangguan ATM yang disebabkan oleh jaringan komunikasi telah terjadi di berbagai tempat, salah satunya di Jakarta, sebanyak 51 *outlet* dari 1600 *outlet* ATM BNI terkena dampak gangguan yang berakibat luas pada masyarakat karena ATM tersebut tidak bisa digunakan dan berstatus *offline*. (Nur, 2017)

PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk atau BNI menjadi bank pertama milik negara yang lahir setelah kemerdekaan Indonesia. Lahir pada masa perjuangan kemerdekaan Republik Indonesia, BNI sempat berfungsi sebagai bank sentral dan bank umum sebagaimana tertuang dalam Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang No. 2/1946, sebelum akhirnya beroperasi sebagai bank komersial sejak tahun 1955. Seperti fungsi bank pada umumnya, BNI juga bertugas untuk menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan atau bentuk-bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup masyarakat.

Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut adalah salah satu kantor cabang utama dari PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk yang terletak di provinsi Kalimantan Selatan. BNI KCU Kotabaru Pulau Laut merupakan kantor cabang utama yang menaungi dua Kantor Cabang Pembantu (KCP) dan dua Kantor Kas (KK) yaitu KCP Sungai Danau dan KCP Batulicin serta KK Pagatan dan KK Serongga. Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut memiliki 60 buah mesin ATM yang beroperasi. Pada laporan gangguan ATM periode Juni 2017, terdapat berbagai faktor penyebab gangguan ATM dan peneliti telah mengkategorikan faktor penyebab gangguan tersebut menjadi empat variabel, yakni perangkat (pemberitahuan akan terjadinya masalah yang ditimbulkan oleh perangkat didalam atau diluar mesin), selisih waktu antar gangguan (selisih antara waktu ATM diperbaiki dan mengalami gangguan kembali), status jaringan (status jaringan tersedia atau tidak tersedia), dan status ATM (status pada layar ATM nyala atau mati). Untuk mengamati gangguan pada ATM tersebut, dapat dilakukan analisis data longitudinal.

Analisis data longitudinal merupakan penelitian yang dilakukan dengan cara melakukan observasi atau mengukur objek (unit analisis) yang menjadi perhatian lebih dari satu kali pada waktu yang berbeda. Data yang diperoleh dari penelitian tersebut disebut sebagai data longitudinal. Data longitudinal dapat digunakan untuk melihat perubahan maupun melihat variasi perubahan di antara individu atau objek penelitian (Danardono, Analisis Data Longitudinal, 2015).

Selain itu, metode yang dilakukan untuk menganalisis suatu masalah dalam ilmu statistik dapat dianalisis menggunakan analisis regresi. Analisis regresi

merupakan alat yang memanfaatkan hubungan antara dua variabel atau lebih sehingga salah satu variabel bisa diramalkan dari variabel lainnya. Jika variabel dependen mempunyai dua nilai yang mungkin terjadi yaitu 0 dan 1 dimana kondisi ini dapat diartikan sukses atau gagal, maka hubungan antara variabel dependen dan variabel independen dapat dimodelkan dengan *Generalized Linear Model (GLM)* melalui fungsi penghubung logit atau lebih dikenal dengan regresi logistik. GLM mengasumsikan independensi antar observasi sehingga untuk data longitudinal, dimana antar pengukuran sering diasumsikan berkorelasi, GLM tidak tepat digunakan sehingga sebagai alternatifnya digunakan *Generalized Estimating Equation (GEE)* (Liang & Zeger, 1986).

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk menganalisis penyebab gangguan ATM di Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut dengan menggunakan metode analisis Regresi Logistik dan GEE (*Generalized Estimating Equation*) dalam penelitian yang berjudul “**Analisis Penyebab Gangguan ATM Menggunakan Metode Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* (GEE) (Studi Kasus : ATM Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang masalah, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil perbandingan antara metode Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* dalam menganalisis penyebab gangguan ATM?
2. Faktor-faktor apa sajakah yang berpengaruh terhadap gangguan ATM?
3. Bagaimana model terbaik yang diperoleh dalam menganalisis penyebab gangguan ATM?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini tidak meluas, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data sekunder yang diperoleh dari Unit Pelayanan Uang Tunai di Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut.
2. Data yang diolah yaitu data Laporan Gangguan ATM Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut periode Juni 2017.
3. Metode pengambilan sampel yang digunakan yaitu *judgement sampling* dan didapatkan atau dipilih 30 mesin ATM yang digunakan sebagai sampel penelitian.
4. Asumsi tingkat kerusakan pada variabel selisih waktu antar gangguan digunakan berdasarkan satuan hari.
5. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Regresi Logistik dan metode *Generalized Estimating Equation* (GEE).
6. Untuk mengidentifikasi gangguan ATM berdasarkan faktor penyebabnya digunakan *Fishbone Diagram*.
7. Data diolah dengan menggunakan bantuan *software R 3.3.3*.

1.4 Jenis Penelitian dan Metode Analisis

Jenis Penelitian dalam tugas akhir ini adalah penelitian aplikatif. Pertimbangan yang mendasari peneliti dalam melakukan penelitian ini adalah dikarenakan belum adanya penelitian yang dilakukan di Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut khususnya penelitian pada gangguan ATM, yang jika tidak diatasi dengan baik dapat berakibat pada terganggunya transaksi yang dilakukan oleh nasabah. Metode analisis yang digunakan adalah metode Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* (GEE) dimana kedua hasil tersebut akan dibandingkan untuk memperoleh model regresi terbaik sehingga dapat diketahui secara jelas faktor-faktor penyebab gangguan ATM.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui hasil perbandingan antara metode Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* dalam menganalisis penyebab gangguan ATM.

2. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap gangguan ATM.
3. Menentukan model terbaik dalam menganalisis penyebab gangguan ATM.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan beberapa tujuan di atas, maka manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai penerapan metode Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* pada data gangguan ATM.
2. Sebagai bahan masukan untuk Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut dalam langkah pengambilan keputusan untuk mencegah terjadinya gangguan ATM.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang metode Regresi Logistik dan GEE telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, seperti penelitian yang berjudul “*Generalized Estimating Equation (GEE) Pada Data Longitudinal Bersifat Ordinal*” oleh Hidayati, dkk (2013). Penelitian tersebut ditujukan agar diperoleh penduga parameter paling efisien. model kadar eritrosit yang diperoleh adalah $\text{logit}[P(Y \leq 1 | x_i)] = 2.4473 - 10.3935 \text{ lama sakit}_1 + 4.0715 \text{ lama sakit}_2 + 3.0735 \text{ lama sakit}_3 + 0.1210 \text{ umur}$, dengan struktur korelasi *Autoregressive* berdasarkan nilai QIC terkecil.

Penelitian yang dilakukan oleh Haloho, dkk (2013) juga mengaplikasikan regresi logistik pada jurnalnya yang berjudul “Penerapan Analisis Regresi Logistik Pada Pemakaian Alat Kontrasepsi Wanita”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pemakaian alat kontrasepsi wanita di desa Dolok Mariah Kabupaten Simalungun. Dari sembilan variabel bebas yang dikategorikan menjadi 22 variabel yang dianalisis terdapat tiga variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap pemakaian alat kontrasepsi wanita. Variabel tersebut adalah umur ibu, umur anak terakhir, dan pernah tidaknya mendapatkan penyuluhan tentang keluarga berencana dari pihak yang berwenang.

Penelitian yang berjudul “*Application of Generalized Estimating Equation (GEE) Model on Students' Academic Performance*” oleh Darko, dkk (2014) menerangkan tentang analisis data longitudinal pada kinerja akademik siswa menggunakan metode GEE. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja akademik siswa terhadap variabel yang diteliti yaitu variabel jenis kelamin, usia masuk sekolah, lokasi geografis siswa, serta kelas siswa. Asumsi menunjukkan bahwa hanya letak geografis siswa yang signifikan dan

mempengaruhi kinerja akademis siswa. Dari hasil analisis tersebut, peneliti merekomendasikan peningkatan pengajaran matematika di lokasi yang tertinggal, terutama di Northern Belt, Ghana.

Muchene dan Owuor (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “*Analysis of KCSE Performance in Nakuru County : A Generalized Estimating Equations Approach*”. Metode yang digunakan adalah metode GEE. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara ketiga jenis sekolah yaitu sekolah khusus perempuan, sekolah khusus laki-laki dan sekolah campuran dalam kandidat untuk mendapatkan kelas pada universitas yang diinginkan di Kenya. Meskipun hasil tersebut menyimpulkan bahwa sekolah *gender* yang sama memiliki performa lebih baik daripada sekolah *gender* campuran, namun manfaat sosial sekolah campuran terhadap kinerja masing-masing di KCSE juga perlu dipertimbangkan.

Selanjutnya, penelitian yang berjudul “*Logistic Regression Analysis the Risk Factors of Peripherally Inserted Central Catheter Related Blood Stream Infection of Tumor Patients*” oleh Juan, dkk (2015). Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa jumlah waktu menyuntik, metode penentuan posisi dan frekuensi pemeliharaan merupakan faktor risiko pasien tumor. Infeksi aliran darah terkait kateter dan nilai risiko *odds* masing-masing adalah 8.762, 9.253, dan 10.324. Pasien tumor dengan terapi PICC disarankan untuk menggunakan posisi EKG selama operasi dan proses kateterisasi untuk menghindari penyuntikan berulang.

Kemudian skripsi yang berjudul “*Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kesembuhan Pasien Tuberkulosis Paru Menggunakan Pendekatan Generalized Estimating Equation (GEE) (Studi Kasus: Pasien Tuberkulosis Paru di RS PKU Muhammadiyah Bantul Tahun 2012-2016)*” oleh Mardiyanti (2017). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kesembuhan pasien tuberkulosis paru berdasarkan status dahak menggunakan pendekatan *generalized estimating equation*. Penelitian menggunakan data sekunder RS PKU Muhammadiyah Bantul tahun 2012-2016, yaitu data rekam medis pasien penderita penyakit tuberkulosis paru. Data dianalisis menggunakan

analisis longitudinal dengan regresi logistik biner dan pendekatan generalized estimating equation (GEE). Model yang terbentuk adalah $\text{logit}[\pi_i] = 2,532 + 3,243\text{pekerjaan} - 0,037\text{waktu}$ dengan struktur korelasi Autoregressive (1) berdasarkan nilai QIC terkecil.

Selain penelitian yang berhubungan dengan metode yang digunakan, terdapat penelitian lainnya yang berhubungan dengan ATM yaitu penelitian yang dilakukan oleh Tri Yulianto (2015) dengan judul “Pengaruh Kualitas Pelayanan ATM dan Kepercayaan Terhadap Kepuasan Nasabah”. Metode analisis yang digunakan adalah uji analisis regresi linier berganda. Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa kualitas pelayanan dan kepercayaan secara parsial berpengaruh signifikan terhadap kepuasan nasabah dan dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.339, dapat diartikan bahwa variasi variabel kepuasan nasabah dapat dijelaskan oleh variabel kualitas pelayanan (X_1) dan Kepercayaan (X_2) sebesar 33.9% sedangkan 66.1% sisanya dijelaskan oleh variabel lain diluar model. Rangkuman penelitian terdahulu tersebut dapat disajikan dalam **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Rangkuman Penelitian Terdahulu

No	Nama / Tahun	Metode	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Azizah Hidayati, Maria Bernadetha, dan Ni Wayan Surya (2013)	Regresi Logistik dan GEE	<i>Generalized Estimating Equation</i> (GEE) Pada Data Longitudinal Bersifat Ordinal	Hasil pengujian parameter model regresi logistik secara parsial menunjukkan bahwa intersep, lama sakit demam berdarah dan umur pasien berpengaruh terhadap kadar eristrosit pasien penderita demam berdarah, sedangkan

No	Nama / Tahun	Metode	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
				jenis kelamin bukan faktor penentu.
2.	Oktani Haloho, Pasukat Sembiring, dan Asima Manurung (2013)	Regresi Logistik	Penerapan Analisis Regresi Logistik Pada Pemakaian Alat Kontrasepsi Wanita	Variabel umur ibu, umuranak terakhir, dan pernah tidaknya mendapatkan penyuluhan tentang keluarga berencana dari pihak yang berwenang merupakan tiga variabel yang paling signifikan dalam faktor pemakaian alat kontrasepsi wanita di desa Dolok Mariah
3.	Isaac Owusu-Darko, Isaac Kwaasi Adu, dan Nana Kena Frempong (2014)	GEE	<i>Application of Generalized Estimating Equation (GEE) Model on Students' Academic Performance</i>	Dari beberapa variabel yang diteliti hanya letak geografis siswa yang signifikan dan mempengaruhi kinerja akademis.
4.	Elvis Karanja Muchene dan Nelson Onyango Owuor (2015)	GEE	<i>Analysis of KCSE Performance in Nakuru County: A Generalized Estimating</i>	Terdapat perbedaan yang signifikan antara ketiga jenis sekolah dalam kandidat untuk

No	Nama / Tahun	Metode	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			<i>Equations Approach</i>	mendapatkan kelas pada universitas yang diinginkan di Kenya.
5.	Tri Yulianto (2015)	Regresi Linier Berganda	Pengaruh Kualitas Pelayanan ATM dan Kepercayaan Terhadap Kepuasan Nasabah	Kualitas pelayanan dan kepercayaan secara parsial berpengaruh signifikan terhadap kepuasan nasabah. dan dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.339.
6.	Jian Song, Yan Yan, Huang Yan, Chunlin Wang dan Jun-e Hu (2017)	Regresi Logistik	<i>Logistic Regression Analysis the Risk Factors of Peripherally Inserted Central Catheter Related Blood Stream Infection of Tumor Patients</i>	Jumlah waktu menyuntik, metode penentuan posisi dan frekuensi pemeliharaan merupakan faktor risiko pasien tumor. Infeksi aliran darah terkait kateter dan nilai risiko odds masing-masing 8.762, 9.253, dan 10.324.
7.	Devita Putri Mardiyanti (2017)	Regresi Logistik dan GEE	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesembuhan	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-

No	Nama / Tahun	Metode	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			Pasien Tuberkulosis Paru Menggunakan Pendekatan Generalized Estimating Equation (GEE) (Studi Kasus: Pasien Tuberkulosis Paru di RS PKU Muhammadiyah Bantul Tahun 2012-2016)	faktor yang mempengaruhi kesembuhan pasien tuberkulosis paru berdasarkan status dahak menggunakan pendekatan <i>generalized estimating equation</i> . Model yang terbentuk adalah $\text{logit}[\pi_i] = 2,532 + 3,243\text{pekerjaan} - 0,037\text{waktu}$ dengan struktur korelasi Autoregressive (1) berdasarkan nilai QIC terkecil.

Dari penjelasan dan rangkuman pada **Tabel 2.1**, peneliti telah mengkaji metode yang digunakan dalam penelitian-penelitian terdahulu yakni metode Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* (GEE). Penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini, berbeda dari penelitian sebelumnya dari segi studi kasus, studi kasus yang peneliti lakukan ialah pada bidang teknologi informasi perbankan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 ATM

ATM menurut Florian (2004) adalah alat telekomunikasi berbasis komputer yang menyediakan tempat bagi nasabah dalam melakukan transaksi keuangan tanpa membutuhkan seorang *teller* bank. ATM (*Automated Teller Machine*) atau Anjungan Tunai Mandiri dikembangkan oleh Luther George Simjian tahun 1939. Pada tahun tersebut, Luther mendirikan ATM di City Bank yang terletak di New York. Namun, pemasangan mesin ATM di bank tersebut tidak berlangsung lama hanya berkisar sekitar enam bulan saja dikarenakan banyak nasabah masih belum mengenal fungsi ATM. Perkembangan ATM terhenti selama kurang lebih 25 tahun. Pada tanggal 22 Juni 1967, De La Rue kembali mengembangkan ATM pertama dan mendirikan ATM untuk pertama kalinya di London pada Bank Barclays. Saat itu, ATM telah mengenal adanya PIN yang melengkapi kartu plastik ATM. Munculnya ide PIN pada kartu ATM dikembangkan oleh insinyur Inggris bernama James Good Fellow tahun 1965. Sejak saat itu perkembangan ATM terus berkembang seiring teknologi yang semakin maju. ATM mulai berkembang di Indonesia pada tahun 1960-an.

ATM yang dilengkapi dengan kartu plastik diterbitkan oleh lembaga keuangan (Bank) yang disebut dengan Kartu ATM. Kartu ATM yang dikeluarkan oleh pihak bank biasanya sudah menetapkan batas jumlah penarikan atau transaksi tunai maksimum perhari. Batas penarikan ATM ditetapkan untuk mengantisipasi kemungkinan adanya kerusakan pada perangkat ATM, selain itu batas jumlah penarikan diterapkan untuk mengantisipasi kelebihan penyediaan uang tunai dalam ATM.

Pada umumnya nasabah yang menggunakan fasilitas ATM akan dikenakan biaya administrasi pengelolaan rekening dan biaya bulanan kartu ATM. Biasanya besar biaya pengelolaan dan biaya bulanan kartu ATM diterapkan oleh masing-

masing bank. Dilihat dari pengertian ATM tersebut, kepuasan yang dapat dirasakan nasabah pun beragam misalnya mendapatkan kemudahan penggunaan jasa perbankan, memperoleh keleluasan dan kecepatan waktu pelayanan, dan sebagainya. Adapun Latar belakang pembentukan ATM yang dilakukan oleh sektor perbankan bertujuan untuk: (Sanjaya, 2015)

1. Untuk meningkatkan pelayanan.
2. Untuk menunjang bisnis retail.
3. Untuk menghadapi teknologi informasi perbankan antar bank.
4. Kebutuhan masyarakat dan keterbatasan waktu
5. Sebagai sarana promosi.

Secara umum fungsi ATM adalah agar dapat melakukan penarikan uang tunai, namun selain itu masih banyak fungsi ATM yang dapat mempermudah kepentingan nasabah dalam melakukan aktivitas perbankan, seperti:

1. Mengetahui informasi saldo.
2. Pembayaran Umum: tagihan telepon, kartu kredit, listrik, air, handphone, dan uang kuliah.
3. Pembelian: tiket penerbangan, isi ulang pulsa.
4. Pemindah bukuan (*open transfer*).
5. Pengubahan PIN.

Selain itu manfaat yang dapat dirasakan oleh nasabah dari pelayanan ATM tersebut adalah:

1. Melakukan pelayanan sendiri.
2. Dapat melakukan transaksi perbankan tunai maupun non tunai tanpa harus mendatangi kantor cabang yang dituju.
3. Dapat melakukan transaksi perbankan tanpa dibatasi waktu dan tempat, karena layanan ATM *online* selama 24 jam.
4. Tidak perlu menyimpan uang kas terlalu banyak.

Sedangkan manfaat bagi pihak bank sendiri adalah:

1. Kemampuan menarik nasabah baru yang lebih banyak untuk menabung dan meningkatkan pendapatan.

2. Mendorong nasabah agar lebih aktif menggunakan jasa perbankan.
3. Mengurangi antrian nasabah di kantor cabang.
4. Mampu membuka peluang munculnya produk dan jasa baru.
5. Sebagai media promosi.
6. Mengoptimalkan jaringan komunikasi yang ada.

3.2 Regresi Logistik Biner

Regresi adalah suatu metode analisis statistik untuk melihat pengaruh antara variabel dependen yang dipengaruhi oleh satu atau lebih variabel lain yaitu variabel independen dengan tujuan untuk memprediksi nilai rata-rata variabel dependen didasarkan pada nilai variabel independen yang telah diketahui. Banyak kasus dalam analisis regresi dimana variabel dependennya bersifat kualitatif. Variabel dependen ini bisa mempunyai dua kelas atau kategori (biner) dan lebih dari satu kelas (multinomial). Salah satu regresi logistik yang paling sederhana digunakan adalah regresi logistik biner. Regresi logistik biner merupakan suatu metode analisis data yang digunakan untuk mencari hubungan antara variabel dependen (Y) yang bersifat *biner* atau dikotomus dengan variabel independen (X) yang bersifat polikotomus (Hosmer & Lemeshow, 2008).

Data variabel dependen yang digunakan dalam regresi logistik biner adalah data dengan skala nominal yang hanya berupa dua kategori yaitu “sukses” atau “gagal”, misalnya “ya-tidak”, “benar-salah”, “hidup-mati”, “hadir-absen”, “laki-wanita”, dan seterusnya. Sedangkan data variabel independen dapat berupa data dengan skala ordinal (seringkali digunakan pada kasus-kasus/penelitian sosial kemasyarakatan) ataupun data dengan skala rasio (seringkali dijumpai pada penelitian industri). *Outcome* dari variabel dependen Y terdiri dari dua kategori yaitu “sukses” dan “gagal” yang dinotasikan dengan $Y=1$ (sukses) dan $Y=0$ (gagal). Dalam keadaan demikian, variabel Y mengikuti distribusi Bernoulli untuk setiap observasi tunggal. Hosmer dan Lemeshow dalam Sabila (2016) menjelaskan bahwa model regresi logistik dibentuk dengan menyatakan nilai $P(Y = 1|x)$ sebagai $\pi(x)$, dengan notasi sebagai berikut:

$$\pi(x) = \frac{\exp(g(x))}{1 + \exp(g(x))} \quad (3.1)$$

dimana $\pi(x) = P(Y = 1|x) = 1 - P(Y = 0|x)$.

Dengan melakukan transformasi logit, diperoleh:

$$g(x) = \ln \frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p \quad (3.2)$$

Keterangan:

$\pi(x)$: Peluang sukses suatu kejadian

$g(x)$: Logit yang merupakan fungsi linear dari variabel independen

β_0 : Konstanta dari model

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$: Parameter koefisien regresi

Parameter koefisien regresi tersebut dapat diestimasi dengan menggunakan *Maximum Likelihood Method*.

3.3 Variabel *Dummy*

Variabel *dummy* adalah variabel yang digunakan untuk mengkuantitatifkan variabel yang bersifat kualitatif (misal: jenis kelamin, ras, agama, perubahan kebijakan pemerintah, perbedaan situasi, dan lain-lain). Variabel *dummy* merupakan variabel kategorikal yang diduga mempunyai pengaruh terhadap variabel lain yang bersifat kontinu. Variabel *dummy* sering juga disebut sebagai variabel boneka, *binary* atau kategorik. Secara umum, jika variabel independen berskala nominal atau ordinal mempunyai α kategori, maka diperlukan $1 - \alpha$ variabel *dummy*. Seandainya k adalah indeks peubah bebas x_k yang mempunyai α kategori, fungsi logitnya menjadi (Hosmer & Lemeshow, 2008):

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \sum_{u=1}^{\alpha-1} \beta_{ku} D_{ku} + \beta_p x_p \quad (3.3)$$

Keterangan:

D_{ku} : Variabel *dummy*

β_{ku} : Koefisien variabel *dummy*

3.4 Pengujian Parameter dalam Regresi Logistik

Pengujian terhadap parameter model dilakukan baik secara serentak maupun secara parsial. Pengujian parameter secara serentak (*overall*) menggunakan *Likelihood Ratio test*, dengan hipotesis seperti berikut:

$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_p = 0$ (Semua variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen)

$H_1 : \text{minimal ada salah satu } \beta_p \neq 0; \text{ dengan } p = 1, 2, \dots, k$ (Semua variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen).

Statistik uji G dirumuskan sebagai berikut (Hosmer & Lemeshow, 2008):

$$G = -2 \ln \left[\frac{L_0}{L_p} \right] \quad (3.4)$$

dimana L_0 merupakan fungsi kemungkinan tanpa variabel penjelas dan L_p merupakan fungsi kemungkinan dengan variabel penjelas. Jika diasumsikan H_0 benar, statistik uji G akan mengikuti sebaran khi kuadrat dengan derajat bebas p . Keputusan tolak H_0 adalah jika $G > \chi_{p(\alpha)}^2$ atau nilai *p-value* $< \alpha$.

Uji Wald atau uji parsial merupakan pengujian signifikansi koefisien secara satu per satu. Uji Wald sama seperti uji T yang digunakan untuk melihat apakah terdapat variabel bebas yang tidak signifikan di dalam model. Rumus uji Wald adalah sebagai berikut (Agresti, 2007):

$$W = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \right) \quad (3.5)$$

Keterangan:

$\hat{\beta}_j$ = penduga β_j

$SE(\hat{\beta}_j)$ = standar eror dari β_j

Variabel independen dikatakan berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen apabila nilai $|W| > Z_{\alpha/2}$ atau nilai *p-value* $< \alpha$.

3.5 Uji Goodness of Fit

Uji *goodness of fit* atau uji kecocokan model digunakan untuk menguji apakah model sesuai atau cocok dengan data, serta untuk menguji seberapa besar kesesuaian tersebut. Uji hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : $\hat{\pi}_i = y_i$ atau model sesuai (tidak ada perbedaan nyata antara hasil observasi dengan kemungkinan prediksi model)

H_1 : $\hat{\pi}_i \neq y_i$ atau model tidak sesuai (ada perbedaan nyata antara hasil observasi dengan kemungkinan prediksi model)

Statistik uji yang digunakan adalah statistik devians (D) sebagai berikut (Nugraha, 2016):

$$D = -2 \sum_{i=1}^p \left[y_i \ln \left(\frac{n_i \hat{\pi}_i}{y_i} \right) + (n_i - y_i) \ln \left(\frac{n_i - \hat{\pi}_i}{n_i - y_i} \right) \right] \quad (3.6)$$

Keterangan:

$\hat{\pi}_i = \hat{\pi}(x_i)$: peluang prediksi ke- i pada kategori ke- j

y_i : hasil observasi

n_i : banyaknya pengamatan

Untuk metode devians, pengujian didasarkan pada kriteria rasio *likelihood* dengan membandingkan model tanpa penjelas terhadap model penuh. Statistik D berdistribusi khi kuadrat dengan derajat bebas $p - s$ dimana p merupakan jumlah parameter model lengkap dan s merupakan jumlah parameter pada model yang dimaksud. Model dikatakan fit apabila nilai $D < \chi_{\alpha}^2(p-s)$ atau nilai *p-value* $> \alpha$.

3.6 Data Longitudinal

Data longitudinal adalah data yang individu (subjek, unit sampel) diamati dalam suatu periode waktu tertentu lebih dari satu kali dan dilakukan pengukuran berulang pada individu tersebut (Danardono, Analisis Data Longitudinal, 2015).

Penelitian longitudinal biasanya lebih kompleks dan membutuhkan biaya lebih besar daripada penelitian data potong lintang (*cross-sectional*), namun lebih handal dalam menjawab tentang dinamika perubahan. Selain itu, penelitian longitudinal berpotensi menyediakan informasi yang lebih lengkap, bergantung pada teori dan metodologi penelitiannya (Ruspini, 2000).

Jenis data yang berkaitan dengan data longitudinal adalah sebagai berikut (Danardono, Analisis Data Longitudinal, 2015):

- a. Data Panel
- b. Data *Survival*, Antar Kejadian (*Event History*)
- c. Data Runtun Waktu (*Time Series*)

Banyaknya pengamatan pada satu individu biasanya tidak terlalu banyak, dibandingkan dengan misalnya data runtun waktu (*time-series*), namun cukup untuk melihat perkembangan individu. Selain itu, informasi tidak hanya diambil dari satu individu, tetapi beberapa individu sekaligus juga diamati. Inferensi pada model data longitudinal didasarkan pada data individu, dengan asumsi masing-masing individu independen, namun dengan memperhatikan bahwa observasi berulang untuk tiap-tiap individu tidak independen (Danardono, Analisis Data Longitudinal, 2015).

Informasi yang diambil dari tiap objek penelitian dalam penelitian longitudinal biasanya lebih dari satu variabel, yang dapat dikategorikan sebagai variabel respon (dependen) dan variabel penjelas (variabel independen). Salah satu tujuan penggunaan data longitudinal dalam penelitian adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh variabel penjelas terhadap variabel respon, termasuk meneliti pengaruh variabel penjelas pada besarnya perubahan pada variabel respon (Danardono, Analisis Data Longitudinal, 2015).

Model statistik untuk menganalisis data longitudinal akan lebih ringkas dan jelas apabila dideskripsikan dan direpresentasikan dalam bentuk formulasi matematis. Misal $i = 1, 2, \dots, m$ adalah indeks yang menyatakan banyaknya objek penelitian/individu yang diamati, dimana masing-masing memiliki pengamatan berulang $j = 1, 2, \dots, n_i$. Banyaknya pengamatan berulang untuk setiap individu tidak selalu sama sehingga secara total ada $N = \sum_{i=1}^m n_i$ observasi. Waktu observasi aktual, yaitu observasi saat pengamatan, dinotasikan dengan t_{ij} . Selanjutnya, variabel respon dalam data longitudinal dinyatakan sebagai Y_{ij} dengan nilai observasinya adalah y_{ij} . Variabel tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$Y_i = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ Y_{i2} \\ \vdots \\ Y_{in_i} \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

atau $Y_i = [Y_{i1} \ Y_{i2} \ \dots \ Y_{in_i}]^T$ dengan nilai observasi $y_i = [y_{i1} \ y_{i2} \ \dots \ y_{i3}]^T$. Apabila dinotasikan sebagai satu vektor observasi untuk seluruh individu, maka faktor Y dapat pula ditulis sebagai berikut:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_m \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

atau $Y = [Y_1 \ Y_2 \ \dots \ Y_m]^T$ dengan nilai observasi $y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_m]^T$. Sedangkan variabel penjelas dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$X_i = \begin{bmatrix} x_{i11} & \dots & x_{i1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{in_i1} & \dots & x_{in_ip} \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Dimana sebuah matriks berukuran $n_i \times p$ dengan p adalah banyaknya kovariat/variabel penjelas. Untuk merujuk ke satu observasi perindividu perobservasi untuk semua nilai kovariat, dapat dituliskan sebagai vektor $x_{ij} = (x_{ij1}, \dots, x_{ijp})$, yaitu suatu vektor berukuran $1 \times p$. Variabel penjelas dalam analisis longitudinal dapat diamati sekali saja dan nilainya sama sampai akhir studi, yang sering dinamakan sebagai kovariat awal (*baseline covariate*). Variabel penjelas dapat pula diamati lebih dari satu kali selama waktu studi berjalan, yang sering dinamakan kovariat bergantung waktu (*time varying covariate*) (Danardono, Analisis Data Longitudinal, 2015).

Mean atau harga harapan dari variabel respon adalah $E(Y_{ij}) = \mu_{ij}$. Jika variabel respon ditulis sebagai Y_i , maka harga harapannya adalah $E(Y_i) = \mu_i$. Untuk individu ke- i , variansi dari Y_i berupa matriks kovariansi berukuran $n_i \times n_i$, yaitu (Danardono, 2015):

$$\text{Var}(Y_i) = \begin{pmatrix} v_{i11} & \dots & v_{i1n_i} \\ \vdots & v_{ijk} & \vdots \\ v_{in_i1} & \dots & v_{in_in_i} \end{pmatrix} \quad (3.10)$$

dengan $V_{ijk} = Cov(Y_{ij}, Y_{ik})$. Dalam banyak aplikasi, pengamatan berulang untuk setiap individu biasanya dibuat sama, yaitu $n_i = n$, $i = 1, 2, \dots, m$ sehingga semua persamaan dan notasi di atas menjadi lebih sederhana (Danardono, 2015).

3.7 Generalized Estimating Equation (GEE)

Model *Generalized Estimating Equation* (GEE) merupakan perluasan dari model linear biasa dalam hal spesifikasi korelasi antara dua respon yang berbeda, yaitu y_{ij} dan y_{ik} . GEE memiliki spesifikasi linear prediktor sebagai berikut

$$\eta_{ij} = x_i \beta \quad (3.11)$$

dengan fungsi penghubungnya adalah $g(\mu_{ij}) = \eta_{ij}$. Variansi dari respon y adalah

$$Var(y_{ij}) = \phi v(\mu_{ij}) \quad (3.12)$$

dengan $v(\mu_{ij})$ adalah fungsi variansi dan ϕ merupakan parameter skala yang diketahui atau diestimasi. Di dalam GEE terdapat spesifikasi korelasi antara dua respon yang berbeda, atau sering disebut sebagai *working correlation*, yang dinotasikan sebagai R_i , yaitu matriks berukuran $n_i \times n_i$ yang bergantung pada suatu parameter α sehingga matriks korelasi tersebut sering ditulis sebagai $R_i(\alpha)$.

Sebagaimana pada model linear biasa, dimana terdapat struktur kovariansi, dalam model GEE juga terdapat beberapa struktur korelasi. Berikut adalah beberapa struktur korelasi yang sering digunakan dalam GEE (Danardono, 2015).

Tabel 3. 1 *Working Correlation Matrix dalam GEE*

Struktur	Definisi	Banyaknya Parameter
<i>Independence</i>	Struktur korelasi <i>independence</i> mengasumsikan bahwa seluruh pengamatan adalah saling independen, termasuk pengamatan ada individu yang sama. Bentuk matematis: $\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$	0

Struktur	Definisi	Banyaknya Parameter
<i>Exchangeable</i>	<p>Struktur korelasi <i>exchangeable</i> mengasumsikan bahwa nilai korelasi antar pengamatan pada individu yang sama adalah sama, yaitu ρ. Bentuk matematis:</p> $\begin{bmatrix} 1 & \rho & \cdots & \rho \\ \rho & 1 & \cdots & \rho \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho & \rho & \cdots & 1 \end{bmatrix}$	1
<i>Unstructure</i>	<p>Pada struktur korelasi <i>unstructure</i>, nilai korelasi antar pengamatan cenderung tidak mengikuti pola tertentu. Oleh karena itu struktur korelasi tersebut dinamakan <i>unstructured</i>, yaitu yang tidak terstruktur. Bentuk matematis:</p> $\begin{bmatrix} 1 & \rho_{1,2} & \cdots & \rho_{1,k} \\ \rho_{1,2} & 1 & \cdots & \rho_{2,k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{1,k} & \rho_{2,k} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{k(k-1)}{2}$
<i>Autoregressive</i>	<p>Pada struktur korelasi <i>Autoregressive</i>, diasumsikan bahwa nilai korelasi antar pengamatan akan semakin meluruh atau memiliki nilai yang semakin kecil jika jarak antar pengamatan semakin jauh. Pemahaman yang dibangun dalam pembentukan struktur korelasi ini mirip dengan prinsip pada rantai markov, yaitu kejadian yang terjadi pada hari ini, paling besar dipengaruhi oleh kejadian pada hari sebelumnya. Bentuk matematis:</p>	1

Struktur	Definisi	Banyaknya Parameter
	$\begin{bmatrix} 1 & \rho & \dots & \rho^{k-1} \\ \rho & 1 & \dots & \rho^{k-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho^{k-1} & \rho^{k-2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$	

Kemudian dilakukan pemilihan *working correlation structure* dengan memilih model dengan *Quasi likelihood under the independence Information Criterion* (QIC). Model dengan QIC terkecil merupakan model dengan struktur korelasi terbaik. Rumus QIC adalah sebagai berikut: (Swan, 2006)

$$QIC = -2Q(\beta) + 2(V_m^{-1}(\hat{\beta})V_e(\hat{\beta})) \quad (3.13)$$

Dimana $Q(\beta)$ adalah nilai dari *quasilikelihood* dari β untuk masing-masing struktur korelasi yang diasumsikan. $V_m^{-1}(\hat{\beta})$ adalah matriks varian dari model dengan struktur korelasi *independence* dan $V_e(\hat{\beta})$ adalah hasil estimasi varian dari *sandwich* estimator dengan menggunakan struktur korelasi yang diasumsikan.

3.8 Odds Ratio

Odds adalah cara penyajian probabilitas yang menjelaskan probabilitas bahwa kejadian tersebut akan terjadi dibagi dengan probabilitas bahwa kejadian tersebut tidak akan terjadi. Odds adalah rasio probabilitas sukses (π) terhadap probabilitas gagal ($1 - \pi$). Pada data populasi nilai odds adalah: (Nugraha, 2016)

$$odds = \frac{\pi}{1 - \pi} \quad (3.14)$$

Sedangkan untuk sampel dihitung menggunakan rumus:

$$odds = \frac{p}{1 - p} \quad (3.15)$$

Ketika odds bernilai satu, berarti probabilitas sukses sama dengan probabilitas gagal. Ketika odds bernilai kurang dari satu, berarti probabilitas sukses lebih kecil daripada probabilitas gagal. Demikian juga sebaliknya jika odds lebih dari satu berarti probabilitas sukses lebih besar daripada probabilitas gagal.

Rasio odds adalah salah satu dari berbagai statistik yang digunakan untuk menilai risiko kejadian tertentu berdasarkan suatu faktor tertentu. Rasio odds berperan penting dalam regresi logistik. Odds Rasio (OR) merupakan rasio dari dua odds. Berikut merupakan rumus OR untuk data populasi:

$$OR = \frac{\pi_1/(1 - \pi_1)}{\pi_2/(1 - \pi_2)} = \frac{\pi_1/(1 - \pi_2)}{\pi_2/(1 - \pi_1)} \quad (3.16)$$

OR untuk data sampel,

$$\hat{OR} = \frac{p_1/(1 - p_1)}{p_2/(1 - p_2)} = \frac{p_1/(1 - p_2)}{p_2/(1 - p_1)} \quad (3.17)$$

OR dapat juga dihitung menggunakan rumus:

$$\hat{OR} = \frac{n_{11} n_{22}}{n_{12} n_{21}} \quad (3.18)$$

OR dapat digunakan untuk menjelaskan kekuatan asosiasi dua variabel. Ketika $OR=1$ berarti odds pada grup satu sama dengan odds pada grup dua. Ketika $OR>1$ berarti odds grup satu lebih besar daripada odds pada grup dua. Ketika $OR<1$ berarti odds grup satu lebih kecil daripada odds pada grup dua.

3.9 Fishbone Diagram

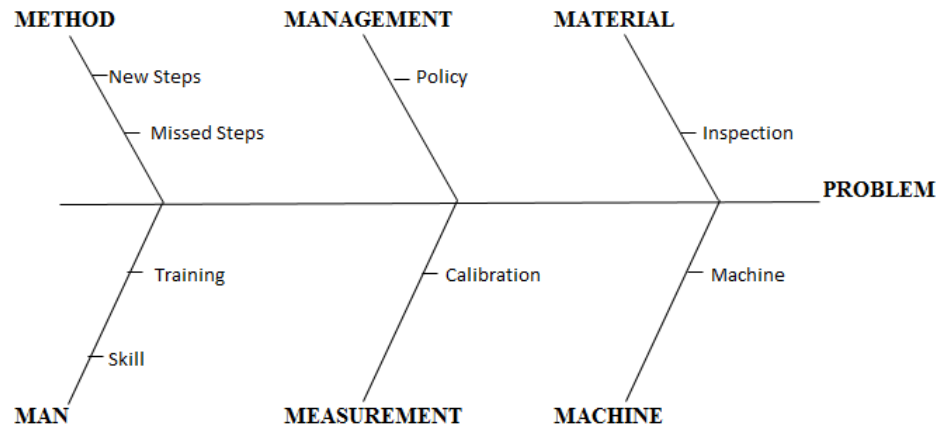
Fishbone diagram atau sering juga disebut *Cause-and-Effect Diagram* atau *Ishikawa Diagram* diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*Seven basic quality tools*). *Fishbone diagram* digunakan ketika ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah tim cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Tague, 2005).

Suatu tindakan dan langkah *improvement* akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Manfaat *fishbone diagram* ini dapat membantu untuk menemukan akar penyebab masalah secara *user friendly*, *tools* yang *user friendly* disukai orang-orang di industri manufaktur di mana proses di sana terkenal memiliki banyak ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan (Purba, 2008).

Fishbone diagram akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah dan menganalisis masalah tersebut. Masalah akan dipecah

menjadi sejumlah kategori yang berkaitan dan setiap kategori tersebut, diuraikan menjadi sebab-sebab masalah yang lebih spesifik.

Untuk bentuk dasar *fishbone diagram*, ada yang penggambaran *Cause* ditulis di tulang ikan sebelah kiri dan *Effect* di kepala ikan, namun ada pula yang sebaliknya. Berikut merupakan contoh bentuk dasar *fishbone diagram*:



Gambar 3. 1 Bentuk dasar *fishbone diagram*

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Populasi Penelitian

Pada penelitian ini digunakan data laporan gangguan ATM yang bersumber dari Unit Pelayanan Uang Tunai Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut. Adapun populasi dari penelitian ini adalah seluruh data gangguan ATM periode Juni 2017, yaitu sebanyak 60 mesin ATM. Pemilihan Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut dalam penelitian ini dikarenakan bank ini mewakili bank dengan kantor cabang utama yang berada di Provinsi Kalimantan Selatan.

4.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perangkat (X_1)

Variabel ini menunjukkan masalah perangkat yang terjadi. Masalah pada perangkat tersebut dilambangkan dalam 2 kategori. Nilai 0 untuk masalah yang terjadi pada perangkat di dalam mesin ATM (*inside machine*) dan nilai 1 untuk masalah yang terjadi pada perangkat diluar mesin ATM (*outside machine*).

b. Selisih Waktu Antar Gangguan (X_2)

Variabel ini menunjukkan selisih waktu ATM diperbaiki dan mengalami gangguan kembali dalam satuan hari.

c. Status Jaringan (X_3)

Variabel ini menunjukkan status jaringan komunikasi pada ATM. Nilai 0 untuk jaringan yang tidak tersedia (*down*) dan nilai 1 untuk jaringan yang tersedia (*up*).

d. Status ATM (X_4)

Variabel ini menunjukkan status mesin ATM apakah dapat berfungsi atau tidak. Nilai 0 untuk mesin ATM yang tidak dapat berfungsi atau mati (*closed*) dan nilai 1 untuk mesin ATM yang dapat berfungsi (*open*).

e. Jenis Gangguan (Y)

Variabel ini menunjukkan jenis gangguan yang terjadi, yaitu nilai 1 untuk gangguan yang disebabkan oleh *Hardware* dan nilai 0 untuk gangguan yang disebabkan oleh jaringan komunikasi.

4.3 Metode Pengumpulan Data

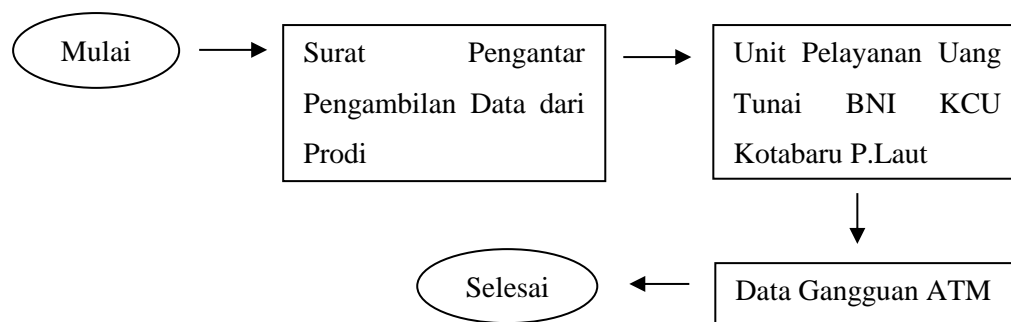
Data pada penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data laporan gangguan ATM periode Juni 2017 yang diperoleh dari Unit Pelayanan Uang Tunai di Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut. Proses pengambilan sampel dilakukan melalui mekanisme *judgement sampling*. *Judgement sampling* adalah teknik pengambilan sampel berdasarkan tujuan atau masalah penelitian tertentu. Berdasarkan data yang diperoleh, dipilih gangguan ATM dengan data gangguan yang tercatat dengan lengkap oleh sistem yaitu keterangan pada perangkat, selisih waktu gangguan dan waktu mesin ATM diperbaiki, keterangan status jaringan dan keterangan status ATM. Untuk mesin ATM dengan keterangan yang tidak lengkap tidak digunakan sebagai sampel penelitian. Berdasarkan hal tersebut, maka dari 60 mesin ATM didapatkan atau dipilih 30 mesin ATM yang memenuhi kriteria sampel penelitian.

4.4 Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan adalah metode Regresi Logistik dan *Generalized Estimating Equation* (GEE). Peneliti menggunakan *software R 3.3.3* untuk melakukan pengolahan data.

4.5 Tahapan Pengambilan Data

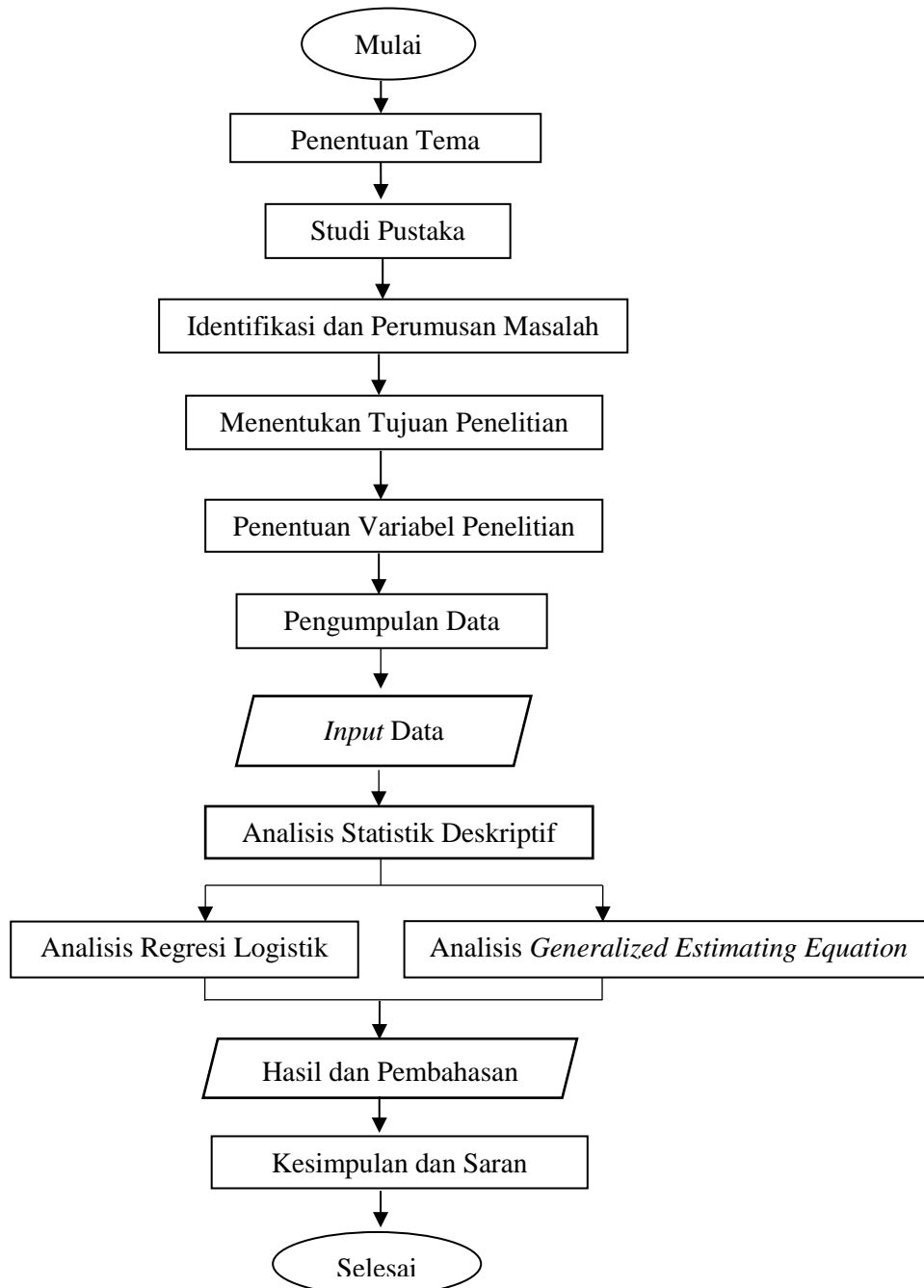
Untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian, maka berikut merupakan tahapan pengambilan data yang dilakukan:



Gambar 4. 1 Tahapan Pengambilan Data

4.6 Tahapan Penelitian

Berikut ini merupakan alur analisis data yang digunakan dengan menggunakan analisis Regresi Logistik dan GEE:



Gambar 4. 2 Tahapan Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

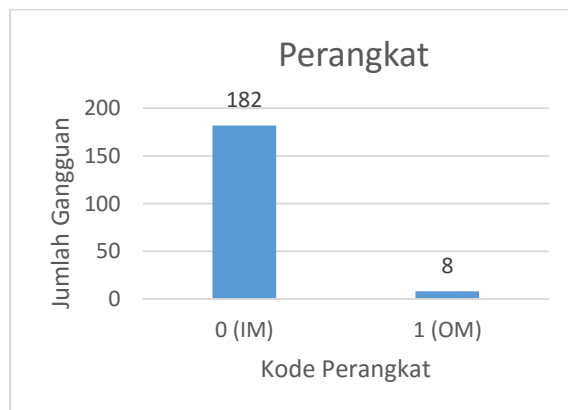
5.1 Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif digunakan untuk melihat gambaran fenomena dari data. Data yang digunakan adalah data laporan gangguan ATM di Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut. Berdasarkan laporan tersebut, terdapat 30 buah mesin atm dengan laporan data gangguan yang tercatat dengan keterangan yang lengkap oleh sistem yaitu keterangan pada perangkat, waktu gangguan dan waktu mesin ATM diperbaiki, keterangan status jaringan dan keterangan status ATM. Untuk mesin ATM dengan data keterangan yang tidak lengkap seperti tidak adanya keterangan yang tercatat di sistem tidak digunakan sebagai sampel penelitian.

Seluruh mesin ATM diamati setiap hari dalam jangka waktu satu bulan yaitu (1 Juni – 30 Juni 2017). Berikut adalah karakteristik penyebab gangguan ATM di Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut:

5.1.1 Perangkat

Perangkat merupakan masalah yang terjadi pada mesin ATM apakah terjadi di dalam mesin ATM atau diluar mesin ATM. Berikut merupakan grafik jumlah gangguan yang disebabkan oleh status perangkat:



Gambar 5. 1 Gangguan Pada Perangkat

Berdasarkan **Gambar 5.1** dapat dilihat bahwa jumlah gangguan pada perangkat seluruhnya yaitu sebanyak 190 gangguan. Nilai 0 untuk masalah perangkat yang terjadi didalam mesin ATM (*Inside Machine / IM*) terjadi sebanyak 182 gangguan atau sebesar 95.78% dari total keseluruhan gangguan. Nilai 1 untuk masalah perangkat yang terjadi diluar mesin ATM (*Outside Machine / OM*) terjadi sebanyak 8 gangguan atau sebesar 4.22% dari total keseluruhan gangguan. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa terlihat perbedaan yang sangat signifikan, yakni masalah perangkat yang paling banyak terjadi yaitu di dalam mesin ATM (*inside machine*).

5.1.2 Selisih Waktu Antar Gangguan

Selisih waktu antar gangguan merupakan selisih waktu ATM diperbaiki dan mengalami gangguan kembali dalam satuan hari. Berikut merupakan statistik deskriptif untuk gangguan pada variabel selisih waktu gangguan:

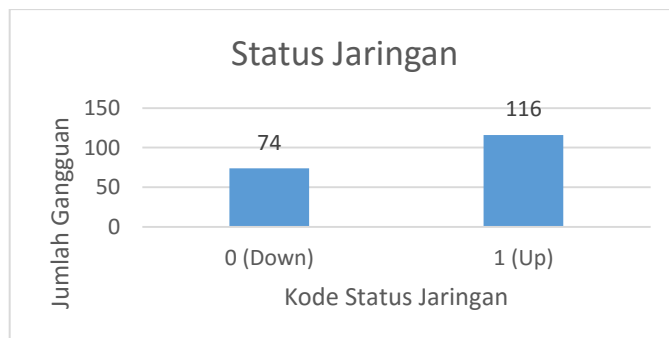
Tabel 5. 1 Statistik Deskriptif Selisih Waktu Antar Gangguan

Selisih Waktu Antar Gangguan (Hari)	
Min	0
Max	20
Modus	0
Mean	3
Jumlah Gangguan	190
Jumlah ATM	30

Dari **tabel 5.1** dapat diketahui bahwa dari 30 mesin ATM terjadi gangguan sebanyak 190 kali dengan rata-rata selisih ATM mengalami gangguan adalah 3 hari sejak waktu ATM terakhir diperbaiki. Nilai maksimum sebesar 20 dan nilai minimum sebesar 0 memiliki arti bahwa ATM mengalami gangguan kembali paling lama adalah 20 hari sejak waktu ATM terakhir diperbaiki sedangkan ATM mengalami gangguan kembali paling cepat adalah 0 hari atau dalam satu hari ATM mengalami lebih dari satu kali gangguan. Nilai modus sebesar 0 dapat diartikan bahwa ATM paling sering mengalami gangguan lebih dari satu kali dalam satu hari sejak waktu ATM terakhir diperbaiki.

5.1.3 Status Jaringan

Status jaringan merupakan keterangan jaringan komunikasi pada ATM. Berikut merupakan grafik gangguan yang disebabkan oleh status jaringan:

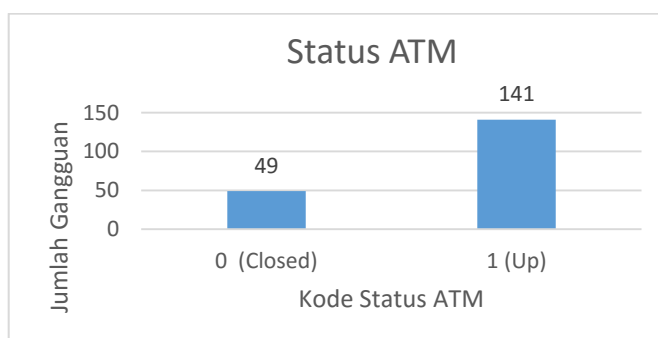


Gambar 5. 2 Gangguan Pada Status Jaringan

Berdasarkan **Gambar 5.2** dapat dilihat bahwa jumlah gangguan pada status jaringan seluruhnya yaitu sebanyak 190 gangguan. Nilai 0 untuk gangguan yang terjadi ketika jaringan tidak tersedia (*down*) terjadi sebanyak 74 gangguan atau sebesar 38.95% dari total keseluruhan gangguan. Nilai 1 untuk gangguan yang terjadi ketika jaringan tersedia (*up*) terjadi sebanyak 116 gangguan atau sebesar 61.05% dari total keseluruhan gangguan. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa gangguan paling banyak terjadi ketika jaringan tersedia (*up*).

5.1.4 Status ATM

Status ATM merupakan keterangan pada mesin ATM yang menyatakan apakah mesin ATM dapat berfungsi atau tidak. Berikut merupakan grafik gangguan yang disebabkan oleh status ATM:



Gambar 5. 3 Gangguan Pada Status ATM

Berdasarkan **Gambar 5.3** dapat dilihat bahwa jumlah gangguan pada status ATM seluruhnya yaitu sebanyak 190 gangguan. Nilai 0 untuk gangguan yang terjadi ketika mesin ATM tidak dapat berfungsi atau mati (*closed*) terjadi sebanyak 49 gangguan atau sebesar 25.79 % dari total keseluruhan gangguan. Nilai 1 untuk gangguan yang terjadi ketika mesin ATM dapat berfungsi (*up*) terjadi sebanyak 141 gangguan atau sebesar 74.21 % dari total keseluruhan gangguan. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa gangguan yang paling banyak terjadi ketika mesin ATM dapat berfungsi (*up*).

5.2 Analisis Regresi Logistik Biner

Analisis regresi logistik biner digunakan untuk menganalisis pengaruh variabel perangkat, selisih waktu antar gangguan, status jaringan, dan status ATM terhadap jenis gangguan ATM. Menggunakan model marginal dengan mengasumsikan Y_{ij} adalah jenis gangguan ATM (variabel random biner), digunakan fungsi penghubung logit. Sebagai analisis awal dilakukan estimasi model regresi logistik biasa, tanpa memperhatikan struktur korelasi data longitudinal.

5.2.1 Uji Overall

Untuk uji serentak (*overall*), digunakan uji G untuk menguji seluruh variabel independen secara bersama-sama.

Hipotesis:

$H_0 : \beta_0 = \dots = \beta_p = 0$ (Semua variabel independen tidak berpengaruh terhadap gangguan ATM).

$H_1 : \beta_p \neq 0$ dimana $p = 0, 1, \dots, 4$ (Minimal ada salah satu variabel independen yang berpengaruh terhadap status gangguan ATM).

Berdasarkan *output software R 3.3.3* diperoleh nilai statistik uji G sebesar 45.1 dan *p-value* sebesar 0.000. Nilai χ^2 dengan $\alpha = 0.05$ dan $df = 5$ adalah 11.07. Karena nilai $G > \chi^2$ yaitu $45.1 > 11.07$ dan $p\text{-value} < 0.05$ maka keputusannya adalah tolak H_0 . Sehingga dengan menggunakan $\alpha = 0.05$, dapat disimpulkan bahwa minimal ada salah satu variabel independen yang berpengaruh terhadap gangguan ATM.

5.2.2 Uji Parsial

Setelah melakukan uji *overall*, dilakukan uji Wald untuk menguji masing-masing variabel independen secara parsial. Dengan menggunakan *software R 3.3.3* diperoleh hasil seperti berikut:

Tabel 5. 2 Uji Wald

Variabel	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>Wald</i>	<i>P-value</i>	Keputusan
(Intercept)	-2.772	0.560	-4.94	0.000	Signifikan
X ₁ (Perangkat)	2.280	1.139	2.00	0.045	Signifikan
X ₂ (Selisih Waktu Antar Gangguan)	0.154	0.045	3.40	0.001	Signifikan
X ₃ (Status Jaringan)	1.814	0.408	4.45	0.000	Signifikan
X ₄ (Status ATM)	0.631	0.419	1.50	0.132	Tidak Signifikan

Berdasarkan **Tabel 5.2** diperoleh hasil seperti berikut :

a. Uji Konstanta

Hipotesis:

$H_0 : \beta_0 = 0$ (Konstanta tidak berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM).

$H_1 : \beta_0 \neq 0$ (Konstanta berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM).

Pada **Tabel 5.2** dapat dilihat bahwa nilai $|Wald| > Z_{(\alpha/2)}$ yaitu $4.94 > 1.96$ dan $p\text{-value} < 0.05$, maka keputusannya adalah tolak H_0 . Sehingga dengan menggunakan $\alpha=5\%$ dapat disimpulkan bahwa konstanta berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM.

b. Variabel Perangkat

Hipotesis:

$H_0 : \beta_1 = 0$ (Perangkat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM).

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ (Perangkat berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM).

Pada **Tabel 5.2** dapat dilihat bahwa nilai $|Wald| > Z_{(\alpha/2)}$ yaitu $2.00 > 1.96$ dan $p\text{-value} < 0.05$, maka keputusannya adalah tolak H_0 . Sehingga dengan

menggunakan $\alpha=5\%$ dapat disimpulkan bahwa perangkat berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM.

c. Variabel Selisih Waktu Antar Gangguan

Hipotesis:

$H_0 : \beta_2 = 0$ (Selisih waktu antar gangguan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM).

$H_1 : \beta_2 \neq 0$ (Selisih waktu antar gangguan berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM).

Pada **Tabel 5.2** dapat dilihat bahwa nilai $|Wald| > Z_{(\alpha/2)}$ yaitu $3.40 > 1.96$ dan $p\text{-value} < 0.05$, maka keputusannya adalah tolak H_0 . Sehingga dengan menggunakan $\alpha=5\%$ dapat disimpulkan bahwa selisih waktu antar gangguan berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM.

d. Variabel Status Jaringan

Hipotesis:

$H_0 : \beta_3 = 0$ (Status jaringan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM).

$H_1 : \beta_3 \neq 0$ (Status jaringan berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM).

Pada **Tabel 5.2** dapat dilihat bahwa nilai $|Wald| > Z_{(\alpha/2)}$ yaitu $4.45 > 1.96$ dan $p\text{-value} < 0.05$, maka keputusannya adalah tolak H_0 . Sehingga dengan menggunakan $\alpha=5\%$ dapat disimpulkan bahwa status jaringan berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM.

e. Variabel Status ATM

Hipotesis:

$H_0 : \beta_4 = 0$ (Status ATM tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jenis gangguan ATM).

$H_1 : \beta_4 \neq 0$ (Status ATM berpengaruh secara signifikan terhadap jenis gangguan ATM).

Pada **Tabel 5.2** dapat dilihat bahwa nilai $|Wald| < Z_{(\alpha/2)}$ yaitu $1.50 < 1.96$ dan $p\text{-value} > 0.05$, maka keputusannya adalah tolak H_0 . Sehingga dengan

menggunakan $\alpha=5\%$ dapat disimpulkan bahwa status ATM tidak berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan ATM.

Pembentukan model awal yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Logit}[\pi(x)] = \log \left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right) = & - 2.772 + 2.281 \text{ perangkat} \\ & + 0.155 \text{ selisih waktu antar gangguan} \\ & - 1.814 \text{ status jaringan} + 0.631 \text{ status ATM} \end{aligned} \quad (5.1)$$

5.3 Generalized Estimating Equation (GEE)

Generalized Estimating Equation merupakan perluasan dari model linear biasa dalam hal spesifikasi korelasi antara dua respon yang berbeda. Berikut merupakan langkah-langkah analisis pada GEE:

5.3.1 Pemilihan Struktur Korelasi Terbaik

Sebelum melakukan pemodelan pada GEE, perlu dilakukan pemilihan struktur korelasi antar pengamatan karena adanya pengamatan yang berulang yang menyebabkan autokorelasi. Tujuan pemilihan struktur korelasi adalah mendapatkan penduga parameter paling efisien. Untuk menentukan struktur korelasi terbaik dari keempat struktur korelasi matriks, maka ditampilkan nilai *Quasi-likelihood under the independence Information* (QIC) dari masing-masing struktur korelasi. Penggunaan kriteria QIC karena fungsi *Quasi likelihood* mampu mengatasi masalah overdispersi yang mungkin terjadi pada data yang menyebar Binomial maupun Poisson. Nilai QIC setiap struktur korelasi tersaji pada Tabel 5.3 berikut:

Tabel 5. 3 QIC Working Correlation Structure

	<i>Working Correlation Structure</i>			
	Independence	Exchangeable	Unstructured	Ar(1)
QIC	235.694	261.79	7759.437	261.8

Berdasarkan **Tabel 5.3** terlihat bahwa estimasi GEE dengan *Working Correlation Structure* jenis “*Independence*” menghasilkan nilai QIC yang paling kecil. Pada struktur korelasi *independence* nilai korelasi mengasumsikan bahwa seluruh pengamatan adalah saling independen, termasuk pengamatan pada individu

yang sama. Hal ini bisa jadi disebabkan karena dalam satu mesin ATM, dapat terjadi penyebab gangguan yang berbeda-beda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur korelasi *Independence* dapat menghasilkan nilai QIC yang paling kecil dibandingkan struktur korelasi lainnya.

5.3.2 Uji Parsial GEE

Pemilihan struktur korelasi dilandasi pada nilai QIC terkecil menghasilkan struktur korelasi *Independence* adalah yang paling tepat menggambarkan korelasi pada data. Pendugaan titik awal parameter GEE disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. 4 Pendugaan Titik Awal dan Parameter GEE

Parameter	Koefisien (titik awal)	Koefisien (parameter GEE)
Intercept	-2.772	-0.329
Perangkat	2.281	2.281
Selisih Waktu Antar Gangguan	0.155	0.155
Status Jaringan	-1.814	-1.814
Status ATM	0.631	-0.630

Kemudian untuk pengujian penduga parameter GEE secara parsial menggunakan statistik uji *Wald* diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Uji *Wald* GEE

Variabel	Estimate	Std. Error	Wald	P-value	Keputusan
Intercept	-0.329	0.672	8.64	0.003	Signifikan
X ₁ (Perangkat)	2.281	1.475	2.39	0.122	Tidak Signifikan

Variabel	Estimate	Std. Error	Wald	P-value	Keputusan
X ₂ (Selisih Waktu Antar Gangguan)	0.155	0.048	10.56	0.001	Signifikan
X ₃ (Status Jaringan)	-0.814	0.740	6.02	0.014	Signifikan
X ₄ (Status ATM)	-0.631	0.780	0.65	0.418	Tidak Signifikan

Berdasarkan **Tabel 5.5** menunjukkan bahwa intercept, selisih waktu antar gangguan dan status jaringan berpengaruh terhadap gangguan ATM, sedangkan perangkat dan status ATM bukan faktor penentu.

Setelah semua tahap analisis dilakukan, maka dibentuk model GEE berdasarkan struktur korelasi *Independence* yang menghasilkan:

$$\begin{aligned} \text{Logit} [\pi(x)] = \log \left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right) = & - 2.185 \\ & + 0.156 \text{ selisih waktu antar gangguan} \\ & + 1.747 \text{ status jaringan} \end{aligned} \quad (5.2)$$

5.4 Pemilihan Model Terbaik

Setelah melakukan analisis Regresi Logistik dan GEE, maka kemudian dipilih model terbaik diantara keduanya. Dari hasil analisis yang didapat, maka diperoleh hasil bahwa model GEE lebih tepat digunakan karena dapat menganalisis penyebab gangguan dengan memperhatikan struktur korelasi pada data, dimana data yang digunakan adalah data longitudinal yang pada masing-masing ATM memiliki jumlah pengamatan yang berbeda-beda. Namun berikut juga ditampilkan nilai dari *Sum Squared Error* (SSE) dari masing-masing metode:

Tabel 5. 6 SSE Masing-masing Metode

Metode	SSE
Regresi Logistik	61.537
<i>Generalized Estimating Equation</i>	34.755

Karena GEE lebih tepat digunakan maka didapatkan model seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Logit}[\pi(x)] = \log \left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right) = & - 2.185 \\ & + 0.156 \text{ selisih waktu antar gangguan} \\ & + 1.747 \text{ status jaringan} \end{aligned} \quad (5.3)$$

Berdasarkan model (5.3) dapat disimpulkan bahwa penyebab gangguan ATM dipengaruhi oleh variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu variabel selisih waktu antar gangguan dan status jaringan, sedangkan variabel perangkat dan status ATM bukan merupakan faktor penentu. Dari persamaan tersebut, peneliti dapat menghitung peluang kejadian penyebab gangguan ATM. Berikut ini dapat dilihat peluang kejadian penyebab gangguan ATM.

Tabel 5. 7 Peluang Kejadian Penyebab Gangguan ATM

PERANGKAT	SELISIH WAKTU ANTAR GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	GANGGUAN JARKOM	GANGGUAN HARDWARE
Inside Machine	0	Down	Closed	0.942	0.058
	0	Up	Closed	0.723	0.277
	0	Down	Open	0.895	0.105
	0	Up	Open	0.582	0.418
	1	Down	Closed	0.933	0.067
	1	Up	Closed	0.692	0.308
	1	Down	Open	0.88	0.12
	1	Up	Open	0.544	0.456
	2	Down	Closed	0.216	0.784
	2	Up	Closed	0.658	0.342
	2	Down	Open	0.863	0.137
	2	Up	Open	0.506	0.494
	3	Down	Closed	0.91	0.09
	3	Up	Closed	0.622	0.378

PERANGKAT	SELISIH WAKTU ANTAR GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	GANGGUAN JARKOM	GANGGUAN HARDWARE
	3	Down	Open	0.843	0.157
	3	Up	Open	0.467	0.533
	4	Down	Closed	0.897	0.103
	4	Up	Closed	0.585	0.415
	4	Down	Open	0.822	0.178
	4	Up	Open	0.429	0.571
	6	Down	Closed	0.864	0.136
	6	Up	Closed	0.509	0.491
	6	Down	Open	0.772	0.228
	6	Up	Open	0.356	0.644
	7	Down	Closed	0.845	0.155
	7	Up	Closed	0.471	0.529
	7	Down	Open	0.744	0.256
	7	Up	Open	0.322	0.678
	8	Down	Closed	0.824	0.176
	8	Up	Closed	0.433	0.567
	8	Down	Open	0.714	0.286
	8	Up	Open	0.289	0.711
	9	Down	Closed	0.8	0.2
	9	Up	Closed	0.395	0.605
	9	Down	Open	0.681	0.319
	9	Up	Open	0.258	0.742
	10	Down	Closed	0.775	0.225
	10	Up	Closed	0.359	0.641
	10	Down	Open	0.647	0.353
	10	Up	Open	0.23	0.77
	11	Down	Closed	0.747	0.253
	11	Up	Closed	0.325	0.675
	11	Down	Open	0.611	0.389
	11	Up	Open	0.204	0.796
	14	Down	Closed	0.65	0.35
	14	Up	Closed	0.233	0.767
	14	Down	Open	0.497	0.503
	14	Up	Open	0.139	0.861
	16	Down	Closed	0.577	0.423
	16	Up	Closed	0.182	0.818
	16	Down	Open	0.421	0.579

PERANGKAT	SELISIH WAKTU ANTAR GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	GANGGUAN JARKOM	GANGGUAN HARDWARE
	16	Up	Open	0.106	0.894
	17	Down	Closed	0.539	0.461
	17	Up	Closed	0.16	0.84
	17	Down	Open	0.384	0.616
	17	Up	Open	0.093	0.907
	20	Down	Closed	0.424	0.576
	20	Up	Closed	0.108	0.892
	20	Down	Open	0.282	0.718
	20	Up	Open	0.061	0.939
Outside Machine	0	Down	Closed	0.621	0.379
	0	Up	Closed	0.211	0.789
	0	Down	Open	0.466	0.534
	0	Up	Open	0.125	0.875
	1	Down	Closed	0.584	0.416
	1	Up	Closed	0.187	0.813
	1	Down	Open	0.428	0.572
	1	Up	Open	0.109	0.891
	2	Down	Closed	0.546	0.454
	2	Up	Closed	0.164	0.836
	2	Down	Open	0.391	0.609
	2	Up	Open	0.095	0.905
	3	Down	Closed	0.508	0.492
	3	Up	Closed	0.144	0.856
	3	Down	Open	0.355	0.645
	3	Up	Open	0.083	0.917
	4	Down	Closed	0.47	0.53
	4	Up	Closed	0.126	0.874
	4	Down	Open	0.32	0.68
	4	Up	Open	0.072	0.928
	6	Down	Closed	0.394	0.606
	6	Up	Closed	0.096	0.904
	6	Down	Open	0.257	0.743
	6	Up	Open	0.054	0.946
	7	Down	Closed	0.358	0.642
	7	Up	Closed	0.084	0.916
	7	Down	Open	0.229	0.771
	7	Up	Open	0.047	0.953

PERANGKAT	SELISIH WAKTU ANTAR GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	GANGGUAN JARKOM	GANGGUAN HARDWARE
	8	Down	Closed	0.324	0.676
	8	Up	Closed	0.073	0.927
	8	Down	Open	0.203	0.797
	8	Up	Open	0.04	0.96
	9	Down	Closed	0.291	0.709
	9	Up	Closed	0.063	0.937
	9	Down	Open	0.179	0.821
	9	Up	Open	0.035	0.965
	10	Down	Closed	0.26	0.74
	10	Up	Closed	0.055	0.945
	10	Down	Open	0.158	0.842
	10	Up	Open	0.03	0.97
	11	Down	Closed	0.232	0.768
	11	Up	Closed	0.047	0.953
	11	Down	Open	0.139	0.861
	11	Up	Open	0.026	0.974
	14	Down	Closed	0.16	0.84
	14	Up	Closed	0.03	0.97
	14	Down	Open	0.092	0.908
	14	Up	Open	0.017	0.983
	16	Down	Closed	0.123	0.877
	16	Up	Closed	0.023	0.977
	16	Down	Open	0.07	0.93
	16	Up	Open	0.012	0.988
	17	Down	Closed	0.107	0.893
	17	Up	Closed	0.06	0.94
	17	Down	Open	0.06	0.94
	17	Up	Open	0.011	0.989
	20	Down	Closed	0.07	0.93
	20	Up	Closed	0.013	0.987
	20	Down	Open	0.039	0.961
	20	Up	Open	0.007	0.993

5.5 Odds Ratio

Berdasarkan perhitungan rasio odds yang diperoleh dengan variabel independen yang masuk dalam model dapat dikatakan bahwa:

Tabel 5. 8 Hasil Rasio Odds Penyebab Gangguan ATM

Variabel	Rasio Odds	Interpretasi
Selisih Waktu Antar Gangguan nol (0) hari dengan tiga (3) hari	59.304	Setiap selisih waktu antar gangguan selama nol hari atau terjadi lebih dari satu gangguan dalam satu hari memiliki kecenderungan sebesar 59.304 kali atau 59 kali lebih besar berisiko mengalami gangguan yang disebabkan oleh <i>hardware</i> daripada gangguan yang terjadi ketika selisih waktu antar gangguan tiga hari dengan peubah lain dianggap konstan.
Status Jaringan	5.347	Gangguan yang terjadi ketika jaringan tidak tersedia (<i>down</i>) memiliki kecenderungan sebesar 5.347 kali atau 5 kali lebih besar berisiko mengalami gangguan yang disebabkan oleh <i>hardware</i> daripada gangguan yang terjadi ketika jaringan tersedia (<i>up</i>) dengan peubah lain dianggap konstan.

5.6 Uji Goodness of Fit

Hipotesis:

$H_0 : \hat{\pi}_i = y_i$ atau model sesuai (tidak ada perbedaan nyata antara hasil observasi dengan kemungkinan prediksi model).

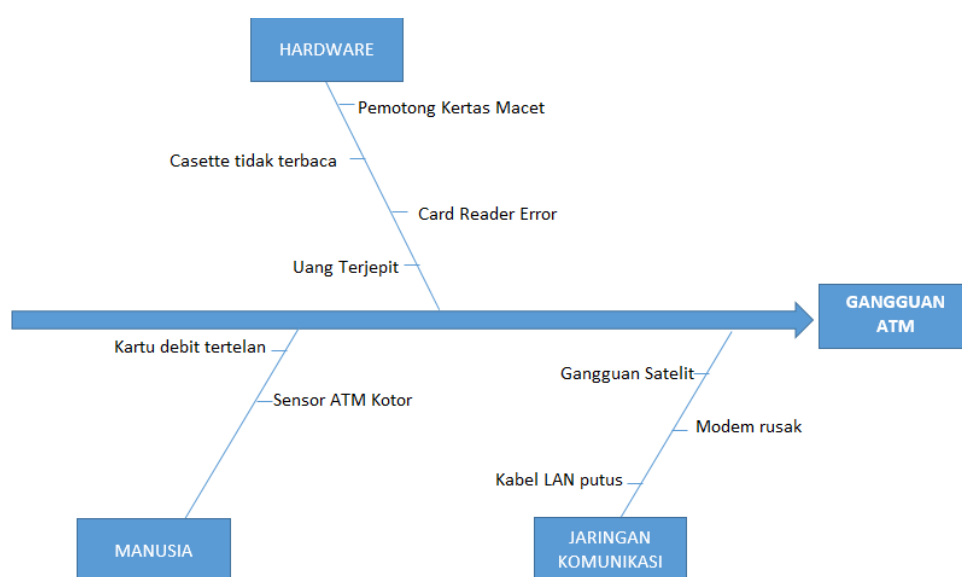
$H_1 : \hat{\pi}_i \neq y_i$ atau model tidak sesuai (ada perbedaan nyata antara hasil observasi dengan kemungkinan prediksi model).

Berdasarkan *output software R 3.3.3* diperoleh nilai $D = 6.37$ dengan $df = 3$, $p\text{-value} = 0.041$. Terlihat bahwa nilai $D > \chi_{0,05;3}^2 = 7.81$ dan $p\text{-value} < 0.05$, maka H_0 gagal tolak, sehingga dengan $\alpha = 0.05$ dapat diambil kesimpulan bahwa model

sesuai atau tidak ada perbedaan nyata antara hasil observasi dengan kemungkinan prediksi model.

5.7 Fishbone Diagram

Untuk lebih memperjelas penyebab gangguan ATM, dibuat *fishbone diagram* agar dapat mengidentifikasi penyebab potensial dari gangguan ATM berdasarkan laporan yang telah diperoleh. Berikut merupakan *fishbone diagram* untuk penyebab gangguan ATM di Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut.



Gambar 5.4 Fishbone Diagram

Dari **Gambar 5.4** dapat diidentifikasi penyebab potensial gangguan ATM dari tiga aspek, yakni *hardware*, manusia dan jaringan komunikasi. Untuk penyebab gangguan yang berasal dari *hardware*, penyebab potensialnya yaitu pemotong kertas macet, *casette* (penyimpanan uang) tidak terbaca oleh sistem, *card reader* (pembaca kartu) *error*, dan uang terjepit. Kemudian untuk penyebab gangguan yang berasal dari manusia, penyebab potensialnya yaitu kartu debit tertelan, dan sensor ATM kotor atau kurangnya perawatan pembersihan pada sensor ATM. Lalu, untuk penyebab gangguan yang berasal dari jaringan komunikasi pada umumnya disebabkan oleh gangguan satelit, modem rusak dan kabel LAN (*Local Area Network*) putus.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dari hasil perbandingan kedua metode tersebut dapat dinyatakan bahwa GEE lebih tepat digunakan untuk menganalisis penyebab gangguan ATM, dikarenakan data yang digunakan merupakan data longitudinal yang memperhatikan struktur korelasi data serta nilai SSE yang diperoleh lebih kecil dari model regresi logistik.
2. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap gangguan ATM yaitu selisih waktu antar gangguan dan status jaringan.
3. Model terbaik yang diperoleh dalam analisis penyebab gangguan ATM berdasarkan model GEE dengan struktur korelasi *independence* yaitu Logit $[\pi(x)] = \log \left(\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)} \right) = -2.185 + 0.156 \text{ selisih waktu antar gangguan} + 1.747 \text{ status jaringan}$.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan pada penelitian selanjutnya yang terkait dengan analisis data longitudinal mengenai penyebab gangguan ATM di bank-bank lainnya.
2. Diharapkan kepada petugas ATM di Bank BNI KCU Kotabaru Pulau Laut untuk lebih aktif dalam melakukan perawatan dan pengecekan mesin ATM agar dapat mencegah terjadinya gangguan, serta lebih rutin melakukan pengecekan terhadap ATM yang sering mengalami gangguan.

3. Hasil penelitian ini tentunya memiliki banyak kekurangan karena keterbatasan variabel yang dimiliki, untuk penelitian selanjutnya agar dapat menambahkan variabel lain seperti waktu pemeliharaan mesin ATM yang terakhir, maupun yang lainnya. Dengan menambah variabel tersebut dapat memberikan informasi tambahan dan dapat mengetahui penyebab gangguan ATM secara lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2007). *An Introduction To Categorical Data Analysis*. Gainesville, Florida: John Willey & Sons, Inc.
- Danardono. (2010). *Biostatistika dan Epidemiologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Danardono. (2015). *Analisis Data Longitudinal*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Fathurahman, M. (2009). Pemilihan Model Regresi Terbaik Menggunakan Metode Akaike's Information Criterion dan Schwarz Information Criterion. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 37.
- Florian, E. (2004). *The Money Machines*. Fortune Magazine.
- Haloho, O., Sembiring, P., & Manurung, A. (2013). Penerapan Analisis Regresi Logistik pada Pemakaian Alat Kontrasepsi Wanita.
- Hidayati, A., Bernadetha, M., & Surya, N. W. (2013). *Generalized Estimating Equation (GEE) Pada Data Longitudinal Bersifat Ordinal*.
- Hosmer, D., & Lemeshow, S. (2008). *Applied Logistic Regression*. New Jersey: John Willey & Sons, Inc.
- Kartikajati, E. (2014). *Analisis Pengaruh Kinerja Keuangan Terhadap Kondisi Kesulitan Keuangan Bank di Indonesia (Pendekatan Menggunakan Metode Regresi Logistik)*. Semarang: Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro.
- Komariah, N. (2009, May 11). *Pengertian LAN,WAN,MAN*. Diambil kembali dari <http://prabowo.aforumfree.com/t365-pengertian-lanwanman>
- Li, Z. (2017). Political Trust and Public Satisfaction: A Logistic Regression Analysis Based on 1113 Samples. *Open Journal of Business and Man*

- agement (pp. 208-214). Guangzhou, China: Scientific Research Publishing.
- Liang, K.-Y., & Zeger, S. (1986). Longitudinal Data Analysis Using Generalized Linear Models. *Biometrika*, Vol 73, No.1, pp 13-22.
- Mardiyanti, D. P. (2017). *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kesembuhan Pasien Tuberkulosis Paru Menggunakan Pendekatan Generalized Estimating Equation (GEE) (Studi Kasus: Pasien Tuberkulosis Paru di RS PKU Muhammadiyah Bantul Tahun 2012-2016)*. Yogyakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
- Muchene, E. K., & Owuor, N. O. (2015). *Analysis of KCSE Performance in Nakuru County: A Generalized Estimating Equation Approach*. *Applied Mathematics*, 2217-2225.
- Nugraha, D. (2016). *Pengantar Analisis Data Kategorik*. Yogyakarta: Deepublish.
- Nur, M. (2017, August 27). *Anomali Satelit, Ribuan ATM Tak Bisa Digunakan di Seluruh Indonesia*. Diambil kembali dari JawaPos.com.
- Owusu-Darko, I., Adu, I. K., & Frempong, N. K. (2014). Application of Generalized Estimating Equation (GEE) Model on Students' Academic Performance. *Applied Mathematical Sciences*, 3359-3374.
- Purba. (2008). *Asuhan Keperawatan pada Klien dengan Masalah Psikososial dan Gangguan Jiwa*. Medan: USU Press.
- Ruspini, E. (2000). *Longitudinal Research in the Social Sciences*. United Kingdom: Social Research Update.
- Sanjaya, A. (2015). *Pengertian ATM Definisi Fungsi Manfaat Proses Pengolahan Data Anjungan Tunai Mandiri*. Diambil kembali dari <http://www.landasanteori.com>
- Song, J., Yan, Y., Yan, H., Wang, C., & Hu, J.-e. (2017). *Logistic Regression Analysis the Risk Factors of Peripherally Inserted Central Catheter Related*

Blood Stream Infection of Tumor Patients. Yangtze Medicine (pp. 169-177).
Jing Zhou, China: Scientific Research Publishing.

Swan, T. (2006). *Generalized Estimating Equation When The Response Variable Has a Tweedle Distribution: An Application for Multi-site Rainfall Modelling*.

Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox*. ASQ Quality Press.

Tbk., P. B. (2018). *Sejarah BNI*. Diambil kembali dari BNI: bni.co.id

Widarjono, A. (2007). *Ekonometrika Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Ekonisia FE
UII.

Yulianto, T. (2015). *Pengaruh Kualitas Pelayanan ATM dan Kepercayaan Terhadap Kepuasan Nasabah (Studi Kasus pada Nasabah Bank BRI)*.
Surakarta: Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Muhammadiyah
Surakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data yang digunakan

NO ID	PERANGKAT	SELISIH WAKTU GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	JENIS GANGGUAN
1	0	7	1	1	0
1	0	2	1	0	0
1	0	0	1	1	0
1	0	2	1	0	0
1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	4	0	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	5	1	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	2	1	1	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0
2	1	11	1	0	1
2	0	1	0	1	0
2	0	4	1	1	0
2	0	3	0	1	0
2	0	1	1	0	0
2	0	8	0	1	0
2	0	1	0	1	0
2	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0
3	0	4	1	0	0
3	0	7	1	0	0
3	0	1	1	1	1
3	0	4	1	1	1
3	0	2	0	1	0
4	0	6	0	1	0
4	0	0	0	1	0
4	0	2	0	1	0

NO ID	PERANGKAT	SELISIH WAKTU GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	JENIS GANGGUAN
4	0	4	0	1	0
5	0	1	1	1	0
5	0	2	1	1	0
5	0	0	1	1	0
5	0	0	1	1	0
5	0	1	1	1	0
5	0	0	1	1	0
5	0	8	0	1	0
5	0	3	1	1	0
5	0	0	1	1	0
5	0	1	1	1	0
5	0	1	1	1	0
5	0	1	1	1	0
5	0	0	1	1	0
5	0	0	1	1	0
5	0	0	1	1	0
5	0	1	1	1	0
5	0	0	1	1	0
5	0	3	1	1	0
5	0	2	1	1	0
5	0	0	1	1	0
6	0	1	0	1	0
6	0	2	1	0	0
6	0	1	0	0	0
6	0	6	0	1	0
6	0	6	0	1	0
6	0	3	1	1	1
6	0	4	0	1	0
6	0	0	0	1	1
7	0	11	1	1	1
7	0	3	0	1	0
7	0	1	1	1	0
7	0	8	0	1	0
7	0	1	0	1	0
7	0	1	0	1	0
7	0	0	0	1	0

NO ID	PERANGKAT	SELISIH WAKTU GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	JENIS GANGGUAN
8	0	3	1	1	0
8	0	3	1	0	0
8	0	4	1	0	0
8	0	1	1	0	0
9	0	16	0	1	0
9	0	1	0	1	0
9	0	1	0	1	0
10	0	9	0	1	0
10	0	11	1	1	0
10	0	1	1	1	0
11	0	1	1	0	0
11	0	4	0	0	0
11	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0
11	0	1	1	1	0
11	0	5	0	1	1
11	0	1	1	1	0
12	0	2	1	1	1
12	0	1	1	1	1
12	0	0	1	1	1
12	0	10	1	1	1
12	0	1	0	1	0
12	0	7	0	1	0
12	0	2	0	1	0
13	0	1	1	0	0
13	0	1	1	0	0
13	0	3	1	0	0
13	0	16	1	0	0
13	0	1	0	1	0
14	0	0	1	0	1
14	0	17	1	0	1
15	0	1	1	1	0
15	0	0	1	1	0
15	0	0	0	1	0
15	0	5	0	1	0
15	0	0	0	1	0

NO ID	PERANGKAT	SELISIH WAKTU GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	JENIS GANGGUAN
16	0	3	0	1	0
16	0	1	0	1	0
16	0	0	0	1	0
16	0	0	0	1	0
16	0	1	0	1	0
16	0	0	0	1	0
16	0	0	0	1	0
16	0	1	0	1	0
16	0	0	0	1	0
16	1	4	1	0	0
16	0	1	0	1	0
16	0	1	0	1	0
16	0	0	0	1	0
16	0	0	0	1	0
16	0	0	0	1	0
16	0	1	0	1	0
17	0	5	1	0	0
17	0	1	0	1	0
17	0	1	1	1	1
17	0	4	0	1	0
17	0	3	1	0	0
17	0	3	1	1	0
17	0	6	0	1	1
18	0	0	1	1	1
18	0	14	1	1	1
18	0	3	1	1	1
18	0	1	1	1	1
18	0	0	1	1	1
19	0	3	0	1	1
19	0	1	1	1	1
19	0	4	0	1	1
19	0	1	0	1	1
19	0	0	1	1	1
19	0	17	0	1	1
20	0	2	1	0	1

NO ID	PERANGKAT	SELISIH WAKTU GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	JENIS GANGGUAN
20	0	0	1	0	1
20	0	10	0	0	1
20	0	8	1	1	1
20	0	2	1	1	1
21	0	1	1	0	0
21	0	5	1	0	0
21	0	16	0	1	1
22	0	2	1	0	1
22	0	20	1	0	1
22	0	0	1	0	1
22	0	3	1	0	1
23	0	16	1	1	1
23	0	1	1	0	1
24	0	7	1	1	1
24	0	2	1	0	1
25	0	3	1	1	1
25	0	10	1	1	1
25	0	9	1	1	1
25	0	3	1	1	1
25	0	2	1	1	1
26	0	2	1	1	1
26	0	0	1	1	1
26	0	3	1	0	1
26	0	1	1	1	1
26	0	2	1	1	1
26	0	4	1	1	1
26	0	1	1	1	1
26	0	3	1	1	1
26	0	3	1	1	1
27	0	6	1	0	1
27	0	9	1	0	1
28	0	1	1	1	1
28	1	5	1	0	1
28	0	0	1	1	1
28	0	17	1	1	1
29	1	5	1	0	1

NO ID	PERANGKAT	SELISIH WAKTU GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	JENIS GANGGUAN
29	1	0	1	0	1
29	1	4	1	0	1
29	0	0	1	1	1
29	1	9	1	0	1
29	1	0	1	0	1
30	0	3	0	1	1
30	0	2	1	1	1
30	0	2	0	0	1
30	0	2	0	1	0
30	0	10	1	1	0
30	0	5	0	1	1

Keterangan:

- Lokasi ATM

NO ID	ID ATM	Lokasi
1	S1BKTU03SG	Galeri KCU Kotabaru 2
2	S1EKTU08LG	Galeri KCU Kotabaru 3
3	S1FKTU11O3	Galeri KCU Kotabaru 4
4	S1BKTU12AA	SPBU Berangas
5	S1GKTUA021	Depo Niaga
6	S1BKTU12BB	Hotel Grand Surya 2
7	S1EKTU90PX	Hotel Grand Surya
8	S1BKTU02TQ	SPBU H.Abdul Syukur
9	S1EKTU10KG	Hotel Kartika 1
10	S1BKTU12CC	Hotel Kartika 2
11	S1GKTUA023	Karya Utama
12	S1GKTUA020	Galeri KCU Kotabaru 6
13	S1FKTUA002	Mini Market Grand Surya
14	S1GKTUA022	Win Mart
15	S1EKTU10KH	PT.PLN KTU 1
16	S1JKTUA019	PT.PLN KTU 2
17	S1GKTUA024	Hotel Samudera 2
18	S1GKTUA030	Simpat Mart
19	S1BKTU12EE	Hotel Weny 1

20	S1EKTU08KY	BNI Syariah Sungai Danau
21	S1FKTUA006	Bumi Saijaan Permai
22	S1FKTUA005	Galeri Sungai Danau 3
23	S1FKTUA009	Galeri Sungai Danau 4
24	S1FKTUA010	Galeri Sungai Danau 5
25	S1FKTU11PO	KLN Sungai Danau 1
26	S1FKTUR001	KLN Sungai Danau 2
27	S1EKTU90PY	Mini Market Mentari 1
28	S1FKTUA007	Hotel Weny 2
29	S1FKTUA011	Mini Market Al Kautsar 2
30	S1GKTUA027	Perum Citra Megah

- Perangkat
 - 0 : *Inside Machine*
 - 1 : *Outside Machine*
- Status Jaringan
 - 0 : *Down*
 - 1 : *Up*
- Status ATM
 - 0 : *Closed*
 - 1 : *Open*
- Jenis Gangguan
 - 0 : Jaringan Komunikasi
 - 1 : *Hardware*

Lampiran 2. *Output* Uji Parameter Regresi Logistik

```

> #UJI OVERALL
> library(lmtest)
> lrtest(model)
Likelihood ratio test

Model 1: JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM
Model 2: JENIS.GANGGUAN ~ 1
#Df LogLik Df Chisq Pr(>Chisq)
1 5 -103
2 1 -126 -4 45.1 3.8e-09 ***

```

```

> #UJI PARSIAL
> model=glm(JENIS.GANGGUAN~PERANGKAT+SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.+STATUS.JARINGAN+STATUS.ATM,
+ data=ica,family=binomial)
> model

Call: glm(formula = JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM, family = binomial, data = ica)

Coefficients:
      (Intercept)          PERANGKAT  SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
          -2.773              2.281              0.155
STATUS.JARINGAN          STATUS.ATM
          1.814              0.631

Degrees of Freedom: 189 Total (i.e. Null); 185 Residual
Null Deviance:      251
Residual Deviance: 206  AIC: 216

> summary(model)

Call:
glm(formula = JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM, family = binomial, data = ica)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.037  -0.907  -0.489   1.105   2.256

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    -2.7726    0.5607   -4.94 7.6e-07 ***
PERANGKAT       2.2809    1.1395    2.00 0.04533 *
SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.  0.1546    0.0455    3.40 0.00068 ***
STATUS.JARINGAN  1.8137    0.4080    4.45 8.8e-06 ***
STATUS.ATM      0.6307    0.4191    1.50 0.13240
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 251.14  on 189  degrees of freedom
Residual deviance: 206.06  on 185  degrees of freedom
AIC: 216.1

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```

Lampiran 3. Estimasi Model GEE

```

> ind=gee(JENIS.GANGGUAN~PERANGKAT+SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.+STATUS.JARINGAN+STATUS.ATM,id=NO.ID
+ ,data=ica,family=binomial,corstr="independence")
Beginning Cgee S-function, @(#) geeformula.q 4.13 98/01/27
running glm to get initial regression estimate
      (Intercept)                PERANGKAT SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -2.773                2.281                0.155
      STATUS.JARINGAN                STATUS.ATM
              1.814                0.631

```

```
> ind
```

```

GEE: GENERALIZED LINEAR MODELS FOR DEPENDENT DATA
gee S-function, version 4.13 modified 98/01/27 (1998)

```

```

Model:
Link:                Logit
Variance to Mean Relation: Binomial
Correlation Structure: Independent

```

```

Call:
gee(formula = JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
      STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM, id = NO.ID, data = ica, family = binomial,
      corstr = "independence")

```

```
Number of observations : 190
```

```
Maximum cluster size : 20
```

```

Coefficients:
      (Intercept)                PERANGKAT SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -2.773                2.281                0.155
      STATUS.JARINGAN                STATUS.ATM
              1.814                0.631

```

```

Estimated Scale Parameter: 1.01
Number of Iterations: 1

```

```

> exch=gee(JENIS.GANGGUAN~PERANGKAT+SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.+STATUS.JARINGAN+STATUS.ATM,id=NO.ID
+ ,data=ica,family=binomial,corstr="exchangeable")
Beginning Cgee S-function, @(#) geeformula.q 4.13 98/01/27
running glm to get initial regression estimate
      (Intercept)                PERANGKAT SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -2.773                2.281                0.155
      STATUS.JARINGAN                STATUS.ATM
              1.814                0.631

```

```
> exch
```

```

GEE: GENERALIZED LINEAR MODELS FOR DEPENDENT DATA
gee S-function, version 4.13 modified 98/01/27 (1998)

```

```

Model:
Link:                Logit
Variance to Mean Relation: Binomial
Correlation Structure: Exchangeable

```

```

Call:
gee(formula = JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
      STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM, id = NO.ID, data = ica, family = binomial,
      corstr = "exchangeable")

```

```
Number of observations : 190
```

```
Maximum cluster size : 20
```

```

Coefficients:
      (Intercept)                PERANGKAT SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -1.4046                1.6431                0.0319
      STATUS.JARINGAN                STATUS.ATM
              0.7472                0.9379

```

```

Estimated Scale Parameter: 0.939
Number of Iterations: 5

```



```

> un=gee(JENIS.GANGGUAN~PERANGKAT+SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.+STATUS.JARINGAN+STATUS.ATM,id=NO.ID
+ ,data=ica,family=binomial,corstr="unstructured")
Beginning Cgee S-function, @(#) geeformula.q 4.13 98/01/27
running glm to get initial regression estimate
      (Intercept)                PERANGKAT SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -2.773                  2.281                    0.155
      STATUS.JARINGAN                STATUS.ATM
              1.814                    0.631

```

```
> un
```

```

GEE: GENERALIZED LINEAR MODELS FOR DEPENDENT DATA
gee S-function, version 4.13 modified 98/01/27 (1998)

```

```

Model:
Link:                Logit
Variance to Mean Relation: Binomial
Correlation Structure: Unstructured

```

```

Call:
gee(formula = JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
    STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM, id = NO.ID, data = ica, family = binomial,
    corstr = "unstructured")

```

```
Number of observations : 190
```

```
Maximum cluster size : 20
```

```

Coefficients:
      (Intercept)                PERANGKAT SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -2.0149                  2.1991                    0.0602
      STATUS.JARINGAN                STATUS.ATM
              1.0649                    0.5237

```

```
Estimated Scale Parameter: 0.95
```

```
Number of Iterations: 8
```

```

> ar1=gee(JENIS.GANGGUAN~PERANGKAT+SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.+STATUS.JARINGAN+STATUS.ATM,id=NO.ID
+ ,data=ica,family=binomial,corstr="AR-1")
Beginning Cgee S-function, @(#) geeformula.q 4.13 98/01/27
running glm to get initial regression estimate
      (Intercept)                PERANGKAT SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -2.773                  2.281                    0.155
      STATUS.JARINGAN                STATUS.ATM
              1.814                    0.631
Error in gee(JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. + :
unknown corstr.

```

```
> ar1
```

```

Call:
geeglm(formula = JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
    STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM, family = binomial, data = ica,
    id = NO.ID, corstr = "AR-1")

```

```

Coefficients:
      (Intercept)                PERANGKAT SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              0.2776                  1.6468                    0.0313
      STATUS.JARINGAN                STATUS.ATM
              -0.7394                  -0.9432

```

```
Degrees of Freedom: 190 Total (i.e. Null); 185 Residual
```

```

Scale Link:                identity
Estimated Scale Parameters: [1] 0.916

```

```

Correlation: Structure = exchangeable ar1 unstructured userdefined fixed   Link = identity
Estimated Correlation Parameters:
alpha
0.797

```

```
Number of clusters: 30 Maximum cluster size: 20
```

```

> fit.ind=gee(JENIS.GANGGUAN~SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.+STATUS.JARINGAN,id=NO.ID
+ ,data=ica,family=binomial,corstr="independence")
Beginning Cgee S-function, @(#) geeformula.q 4.13 98/01/27
running glm to get initial regression estimate
              (Intercept) SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -2.1853797                0.1557942
              STATUS.JARINGAN
              1.7471282
> fit.ind

GEE:  GENERALIZED LINEAR MODELS FOR DEPENDENT DATA
gee S-function, version 4.13 modified 98/01/27 (1998)

Model:
Link:                Logit
Variance to Mean Relation: Binomial
Correlation Structure: Independent

Call:
gee(formula = JENIS.GANGGUAN ~ SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
     STATUS.JARINGAN, id = NO.ID, data = ica, family = binomial,
     corstr = "independence")

Number of observations : 190
Maximum cluster size   : 20

Coefficients:
              (Intercept) SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.
              -2.1853797                0.1557942
              STATUS.JARINGAN
              1.7471282

Estimated Scale Parameter: 0.9923412
Number of Iterations: 1

```

Lampiran 4. QIC

```

> QIC(ind)
      QIC      QICu  Quasi Lik      CIC      params      QICC
235.69433 216.06074 -103.03037  14.81679    5.00000 236.02041

> QIC(exch)
      QIC      QICu  Quasi Lik      CIC      params      QICC
 261.79    246.06   -118.03    12.87      5.00    262.25

> QIC(un)
      QIC      QICu  Quasi Lik      CIC      params      QICC
7759.43738 7795.42913 -3892.71457 -12.99588    5.00000 -4980.56262

> QIC(ar1)
      QIC      QICu  Quasi Lik      CIC      params      QICC
 261.8    246.1   -118.0    12.9      5.0    262.3

```

Lampiran 5. Uji Wald GEE

```

> summary(ind)

Call:
geeglm(formula = JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
  STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM, family = binomial, data = ica,
  id = NO.ID, corstr = "independence")

Coefficients:
              Estimate Std.err Wald Pr(>|W|)
(Intercept)    -2.7726  0.9430  8.64  0.0033 **
PERANGKAT        2.2809  1.4751  2.39  0.1220
SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari.  0.1546  0.0476 10.56  0.0012 **
STATUS.JARINGAN  1.8137  0.7392  6.02  0.0141 *
STATUS.ATM       0.6307  0.7801  0.65  0.4188
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Estimated Scale Parameters:
              Estimate Std.err
(Intercept)    0.988  0.316

Correlation: Structure = independenceNumber of clusters: 30 Maximum cluster size: 20

```

Lampiran 6. Uji Goodness of Fit

```

> #UJI GOODNESS OF FIT
> lrtest(model2,model)
Likelihood ratio test

Model 1: JENIS.GANGGUAN ~ SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. + STATUS.JARINGAN
Model 2: JENIS.GANGGUAN ~ PERANGKAT + SELISIH.WAKTU.GANGGUAN..Hari. +
  STATUS.JARINGAN + STATUS.ATM
#Df LogLik Df Chisq Pr(>Chisq)
1 3 -106
2 5 -103 2 6.37 0.041 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Lampiran 7. Odds Ratio

Status Jaringan	Jenis Gangguan		Total
	0	1	
0	62	12	74
1	57	59	116
Total	119	71	190
Odds Ratio	5.34795322		

```

> #ODDS Selisih Waktu Gangguan
> exp(-2.77+(2.28*0)+(0.63*1))/1+(exp(-2.77+(2.28*3)+(0.63*1)))
[1] 59.30462

```

Lampiran 8. SSE Regresi Logistik dan GEE

- Regresi Logistik

PERANGKAT	SELISIH WAKTU ANTAR GANGGUAN	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	JENIS GANGGUAN	$[\pi(x)]$	error	error ²											
0	7	1	1	0	=EXP[-2.772+(2.281*A2)+(0.155*B2)-[1.814*C2)+(0.631*D2)]/(1+EXP[-2.772+(2.281*A2)+(0.155*B2)-[1.814*C2)+(0.631*D2)])													
0	2	1	0	0														
0	0	1	1	0														
0	2	1	0	0														
0	0	1	1	0														
0	0	1	0	0														
0	4	0	1	0														
0	3	0	1	1														
0	2	1	1	1														
0	2	0	0	1														
0	2	0	1	0														
0	10	1	1	0														
0	5	0	1	1														
													sse	=SUM(H2:H191)				

• GEE

PERANGKAT	SELISIH WAKTU GANGGUAN (Hari)	STATUS JARINGAN	STATUS ATM	JENIS GANGGUAN	$[\pi(x)]$	error	error ²											
0	7	1	1	0	=EXP[-2.772+(2.28*A2)+(0.154*B2)+(1.813*C2)+(0.63*D2)]/(1+EXP[-2.772+(2.28*A2)+(0.154*B2)+(1.813*C2)+(0.63*D2)])													
0	2	1	0	0														
0	0	1	1	0														
0	2	1	0	0														
0	0	1	1	0														
0	0	1	1	0														
0	0	0	1	1														
0	0	1	1	0														
0	9	1	0	1														
0	0	1	0	1														
0	3	0	1	1														
0	2	1	1	1														
0	2	0	0	1														
0	2	0	1	0														
0	10	1	1	0														
0	5	0	1	1														
													sse	=SUM(H2:H191)				

Lampiran 9. Tabel Chi-square

Percentage Points of the Chi-Square Distribution

Degrees of Freedom	Probability of a larger value of χ^2								
	0.99	0.95	0.90	0.75	0.50	0.25	0.10	0.05	0.01
1	0.000	0.004	0.016	0.102	0.455	1.32	2.71	3.84	6.63
2	0.020	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	9.21
3	0.115	0.352	0.584	1.212	2.366	4.11	6.25	7.81	11.34
4	0.297	0.711	1.064	1.923	3.357	5.39	7.78	9.49	13.28
5	0.554	1.145	1.610	2.675	4.351	6.63	9.24	11.07	15.09
6	0.872	1.635	2.204	3.455	5.348	7.84	10.64	12.59	16.81
7	1.239	2.167	2.833	4.255	6.346	9.04	12.02	14.07	18.48
8	1.647	2.733	3.490	5.071	7.344	10.22	13.36	15.51	20.09
9	2.088	3.325	4.168	5.899	8.343	11.39	14.68	16.92	21.67
10	2.558	3.940	4.865	6.737	9.342	12.55	15.99	18.31	23.21
11	3.053	4.575	5.578	7.584	10.341	13.70	17.28	19.68	24.72
12	3.571	5.226	6.304	8.438	11.340	14.85	18.55	21.03	26.22
13	4.107	5.892	7.042	9.299	12.340	15.98	19.81	22.36	27.69
14	4.660	6.571	7.790	10.165	13.339	17.12	21.06	23.68	29.14
15	5.229	7.261	8.547	11.037	14.339	18.25	22.31	25.00	30.58
16	5.812	7.962	9.312	11.912	15.338	19.37	23.54	26.30	32.00
17	6.408	8.672	10.085	12.792	16.338	20.49	24.77	27.59	33.41
18	7.015	9.390	10.865	13.675	17.338	21.60	25.99	28.87	34.80
19	7.633	10.117	11.651	14.562	18.338	22.72	27.20	30.14	36.19
20	8.260	10.851	12.443	15.452	19.337	23.83	28.41	31.41	37.57
22	9.542	12.338	14.041	17.240	21.337	26.04	30.81	33.92	40.29
24	10.856	13.848	15.659	19.037	23.337	28.24	33.20	36.42	42.98
26	12.198	15.379	17.292	20.843	25.336	30.43	35.56	38.89	45.64
28	13.565	16.928	18.939	22.657	27.336	32.62	37.92	41.34	48.28
30	14.953	18.493	20.599	24.478	29.336	34.80	40.26	43.77	50.89
40	22.164	26.509	29.051	33.660	39.335	45.62	51.80	55.76	63.69
50	27.707	34.764	37.689	42.942	49.335	56.33	63.17	67.50	76.15
60	37.485	43.188	46.459	52.294	59.335	66.98	74.40	79.08	88.38

Lampiran 10. Tabel Normal

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.9	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
-3.8	0.0007	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005
-3.7	0.0011	0.0010	0.0010	0.0010	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
-3.6	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011
-3.5	0.0023	0.0022	0.0022	0.0021	0.0020	0.0019	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017
-3.4	0.0034	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026	0.0025	0.0024
-3.3	0.0048	0.0047	0.0045	0.0043	0.0042	0.0040	0.0039	0.0038	0.0036	0.0035
-3.2	0.0069	0.0066	0.0064	0.0062	0.0060	0.0058	0.0056	0.0054	0.0052	0.0050
-3.1	0.0097	0.0094	0.0090	0.0087	0.0084	0.0082	0.0079	0.0076	0.0074	0.0071
-3.0	0.0135	0.0131	0.0126	0.0122	0.0118	0.0114	0.0111	0.0107	0.0103	0.0100
-2.9	0.019	0.018	0.018	0.017	0.016	0.016	0.015	0.015	0.014	0.014
-2.8	0.026	0.025	0.024	0.023	0.022	0.022	0.021	0.021	0.020	0.019
-2.7	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.030	0.029	0.028	0.027	0.026
-2.6	0.047	0.045	0.044	0.043	0.041	0.040	0.039	0.038	0.037	0.036
-2.5	0.062	0.060	0.059	0.057	0.055	0.054	0.052	0.051	0.049	0.048
-2.4	0.082	0.080	0.078	0.075	0.073	0.071	0.069	0.068	0.066	0.064
-2.3	0.107	0.104	0.102	0.099	0.096	0.094	0.091	0.089	0.087	0.084
-2.2	0.139	0.136	0.132	0.129	0.125	0.122	0.119	0.116	0.113	0.110
-2.1	0.179	0.174	0.170	0.166	0.162	0.158	0.154	0.150	0.146	0.143
-2.0	0.228	0.222	0.217	0.212	0.207	0.202	0.197	0.192	0.188	0.183
-1.9	0.287	0.281	0.274	0.268	0.262	0.256	0.250	0.244	0.239	0.233
-1.8	0.359	0.351	0.344	0.336	0.329	0.322	0.314	0.307	0.301	0.294
-1.7	0.446	0.436	0.427	0.418	0.409	0.401	0.392	0.384	0.375	0.367
-1.6	0.548	0.537	0.526	0.516	0.505	0.495	0.485	0.475	0.465	0.455
-1.5	0.668	0.655	0.643	0.630	0.618	0.606	0.594	0.582	0.571	0.559
-1.4	0.808	0.793	0.778	0.764	0.749	0.735	0.721	0.708	0.694	0.681
-1.3	0.968	0.951	0.934	0.918	0.901	0.885	0.869	0.853	0.838	0.823
-1.2	1.151	1.131	1.112	1.093	1.075	1.056	1.038	1.020	1.003	0.985
-1.1	1.357	1.335	1.314	1.292	1.271	1.251	1.230	1.210	1.190	1.170
-1.0	1.587	1.562	1.539	1.515	1.492	1.469	1.446	1.423	1.401	1.379
-0.9	1.841	1.814	1.788	1.762	1.736	1.711	1.685	1.660	1.635	1.611
-0.8	2.119	2.090	2.061	2.033	2.005	1.977	1.949	1.922	1.894	1.867
-0.7	2.420	2.388	2.358	2.327	2.296	2.266	2.236	2.206	2.177	2.148
-0.6	2.743	2.709	2.676	2.643	2.611	2.578	2.546	2.514	2.482	2.451
-0.5	3.085	3.050	3.015	2.981	2.946	2.912	2.877	2.843	2.810	2.776
-0.4	3.446	3.409	3.372	3.336	3.300	3.264	3.228	3.192	3.156	3.121
-0.3	3.821	3.783	3.745	3.707	3.669	3.632	3.594	3.557	3.520	3.483
-0.2	4.207	4.168	4.129	4.090	4.052	4.013	3.974	3.936	3.897	3.859
-0.1	4.602	4.562	4.522	4.483	4.443	4.404	4.364	4.325	4.286	4.247
-0.0	5.000	4.960	4.920	4.880	4.840	4.801	4.761	4.721	4.681	4.641