Nama: Cathlin Abigail
NPM: 2406418774

1. a. Seseorang mempunyai tinggi badan di bawah 90 cm adalah syarat cukup untuk makan gratis di restoran ini atau mendapat mainan anak, tetapi bukan keduanya.
   - notasi proposisi:
     p: seseorang mempunyai tinggi badan di bawah 90
     q: seseorang makan gratis di restoran ini
     r: seseorang mendapat mainan anak
   - Kalimat proposisi:
     $p \rightarrow (q \oplus r)$

   b. Keidi pergi untuk lari pagi atau memasak bersama teman-temannya jika dan hanya jika dia mempunyai waktu luang dan tidak perlu mengikuti kelas pemrograman.
   - notasi proposisi:
     p: Keidi pergi untuk lari pagi
     q: Keidi memasak bersama teman-temannya
     r: Keidi mempunyai waktu luang
     s: Keidi perlu mengikuti kelas pemrograman
   - Kalimat logika proposisi:
     $(p \vee q) \leftrightarrow (r \wedge \neg s)$

   c. Arisa bisa menonton film Oppenheimer jika dia di atas umur 17 tahun dan sudah membeli tiket bioskop di kasir.
   - notasi proposisi:
     p: Arisa bisa menonton film Oppenheimer
     q: Arisa di atas umur 17 tahun
     r: Arisa sudah membeli tiket bioskop di kasir.
   - Kalimat logika proposisi:
     $p \rightarrow (q \wedge r)$

2. a. $(p \wedge q) \leftrightarrow (\neg p \vee q)$

p	q	$p \wedge q$	$\neg p \vee q$	$(p \wedge q) \leftrightarrow (\neg p \vee q)$
T	T	T	T	T
T	F	F	F	T
F	T	F	T	F
F	F	F	T	F

   b. $(p \rightarrow q) \vee (\neg r \rightarrow \neg p)$

p	q	r	$p \rightarrow q$	$\neg r \rightarrow \neg p$	$(p \rightarrow q) \vee (\neg r \rightarrow \neg p)$
T	T	T	T	T	T
T	T	F	T	F	T
T	F	T	F	T	T
T	F	F	F	F	F
F	T	T	T	T	T
F	T	F	T	T	T
F	F	T	T	T	T
F	F	F	T	T	T

Dipindai dengan CamScanner

3. A : Alex
   B : Benny
   C : Charlie
   D : Doni
   E : Elly

a. proposisi atomik:
   a : Alex adalah pelaku
   b : Benny adalah pelaku
   c : Charlie adalah pelaku
   d : Doni adalah pelaku
   e : Elly adalah pelaku

   Formula logika Proposisi:
   A : $b \oplus e$
   B : $\neg a \rightarrow c \vee d$
   C : $\neg a \leftrightarrow d$
   D : $(a \wedge b) \vee (c \wedge e)$
   E : $(a \vee c) \rightarrow d$

b. siapa kedua pelaku yang berbohong? diketahui ada tepat 2 pelaku.

	a	b	c	d	e	$b \oplus e$	$\neg a \rightarrow (c \vee d)$	$\neg a \leftrightarrow d$	$(a \wedge b) \vee (c \wedge e)$	$(a \vee c) \rightarrow d$
1	T	T				T	T	T	T	F
2	T		T			F	T	T	F	F
3	T			T		F	T	F	F	T
4	T				T	T	T	T	F	F
5		T	T			T	T	F	F	T
6		T		T		T	T	T	F	T
7		T			T	F	F	F	F	T
8			T	T		F	T	T	F	T
9			T		T	T	T	F	T	F
10				T	T	T	T	T	F	T

baris ke-9

Dapat disimpulkan bahwa pelaku adalah Charlie dan Elly. Dari truth table saat c dan e bernilai True (Charlie & Elly adalah pelaku), perkataan mereka bernilai False sehingga hal ini menunjukan bahwa mereka berbohong dan mereka adalah pelakunya.

Dipindai dengan CamScanner

4. a. mendefinisikan proposisi atomik & membuat FLP :

a : Roni bermain sebagai bek
b : Roni bermain sebagai gelandang
c : Roni bermain sebagai penyerang
d : Roni dalam kondisi prima
e : Roni mengalami cedera
f : Roni terkena kartu merah
g : Roni membuat >2 assist untuk timnya
h : Tim kebobolan lebih dari 2 gol
i : kiper tim Pak Iton melakukan >4 penyelamatan di babak pertama
j : Tim Pak Iton menggantikan >2 pemain sepanjang pertandingan
k : Tim Pak Iton kalah

membuat FLP:
- $a \oplus b \oplus c$
- $d \leftrightarrow (\neg e \wedge \neg f)$
- $b \rightarrow \neg g$
- $(c \wedge d) \vee h$
- $i \wedge \neg h$
- $\neg a \rightarrow (f \vee j)$
- $(e \vee \neg i) \rightarrow k$
- $(d \wedge g) \oplus (\neg j \wedge k)$

b. Pengecekan konsistensi sistem:

$$(a \oplus b \oplus c) \wedge [d \leftrightarrow (\neg e \wedge \neg f)] \wedge (b \rightarrow \neg g) \wedge [(c \wedge d) \vee h] \wedge (i \wedge \neg h) \wedge [\neg a \rightarrow (f \vee j)] \wedge$$
$$F \oplus F \oplus T \quad T \leftrightarrow (T \wedge T) \quad F \rightarrow F \quad (T \wedge T) \vee F \quad (T \wedge T) \quad T \rightarrow (F \vee T)$$
$$T \quad T \quad T \quad T \quad T \quad T$$

$$[(e \vee \neg i) \rightarrow k] \wedge [(d \wedge g) \oplus (\neg j \wedge k)]$$
$$(F \vee F) \rightarrow T \quad T \wedge T \oplus F \wedge T$$
$$T \rightarrow T \quad T \quad F$$
$$T \quad T$$

sistem terbukti konsisten

c. informasi baru: " Tim Pak Iton menang 3-1 ($\neg k$), mengganti 3 pemain (j), dan Roni memberi 3 assist " (g)

FLP: $\neg k \wedge j \wedge g$
$F \wedge T \wedge T$

F //

karena menghasilkan false, maka informasi menyebabkan ringkasan kejadian menjadi tidak konsisten.

Dipindai dengan CamScanner

5. a. $((p \to (q \lor r)) \land (\neg q \to \neg r)) \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ dan $q \lor (\neg p \land (\neg r \lor s))$

- $((p \to (q \lor r)) \land (\neg q \to \neg r)) \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$

$\equiv [(p \to (q \lor r)) \land (r \to q)] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ definisi implikasi

$\equiv [(r \to q) \land (p \to (q \lor r))] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ commutative laws

$\equiv [(r \to q) \land [(p \to q) \lor (p \to r)]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ logical equivalences → conditional statements

$\equiv [[(r \to q) \land (p \to q)] \lor [(r \to q) \land (p \to r)]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ distributive laws

$\equiv [[(r \lor p) \to q] \lor [(r \to q) \land (p \to r)]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ logical equivalences → conditional statements

$\equiv [[((r \lor p) \to q) \lor (r \to q)] \land [((r \lor p) \to q) \lor (p \to r)]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ distributive laws

$\equiv [[(r \lor p \lor r) \to q] \land [(\neg r \land \neg p) \lor q \lor \neg p \lor r]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ definisi implikasi

$\equiv [[(r \lor p) \to q] \land [\neg p \lor (\neg p \land \neg r) \lor r \lor q]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ idempotent & commutative laws

$\equiv [[(r \lor p) \to q] \land (\neg p \lor r \lor q)] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ absorption laws

$\equiv [[(\neg r \land \neg p) \lor q] \land [q \lor (\neg p \lor r)]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ definisi implikasi & commutative

$\equiv [[q \lor (\neg r \land \neg p)] \land [q \lor (\neg p \lor r)]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ commutative laws

$\equiv [q \lor [(\neg r \land \neg p) \land (\neg p \lor r)]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ distributive laws

$\equiv [q \lor [\neg r \land \neg p \land (\neg p \lor r)]] \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ associative laws

$\equiv q \lor (\neg r \land \neg p) \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ absorption laws

$\equiv q \lor (\neg p \land \neg r) \lor (\neg p \land (r \leftrightarrow s))$ commutative laws

$\equiv q \lor (\neg p \land \neg r) \lor [\neg p \land ((r \land s) \lor (\neg r \land \neg s))]$ definisi biimplikasi

$\equiv q \lor [(\neg p \land \neg r) \lor [\neg p \land ((r \land s) \lor (\neg r \land \neg s))]]$

$\equiv q \lor [\neg p \land [\neg r \lor ((r \land s) \lor (\neg r \land \neg s))]]$ distributive laws

$\equiv q \lor [\neg p \land [\neg r \lor (\neg r \land \neg s) \lor (r \land s)]]$ commutative laws

$\equiv q \lor [\neg p \land (\neg r \lor (r \land s))]$ absorption laws

$\equiv q \lor [\neg p \land [(\neg r \lor r) \land (\neg r \lor s)]]$ distributive laws

$\equiv q \lor [\neg p \land (T \land (\neg r \lor s))]$ negation laws

$\equiv q \lor (\neg p \land (\neg r \lor s))$ identity laws

maka, kedua pernyataan ekuivalen//.

Dipindai dengan CamScanner

5b. $(p \vee (q \wedge \neg r)) \rightarrow (\neg p \vee s)$ dan $(\neg(p \wedge q) \vee (r \rightarrow s)) \wedge (p \vee (\neg q \wedge \neg r))$

$T \vee (T \wedge T) \rightarrow F \vee F$ $\qquad$ $(\neg(T \wedge T) \vee (F \rightarrow F)) \wedge (T \vee (F \wedge T))$

$T \rightarrow F$ $\qquad$ $F \vee T \wedge T$

F $\qquad$ T

karena menghasilkan nilai yang berbeda, maka kedua persamaan tidak ekuivalen, yaitu saat: P bernilai True, q bernilai True, r bernilai False, dan s bernilai False.

6. a. $(a \vee (\neg b \rightarrow c)) \wedge (\neg c \rightarrow \neg a) \wedge \neg(\neg b \rightarrow c)$

$\equiv [(a \vee (\neg b \rightarrow c)) \wedge \neg(\neg b \rightarrow c)] \wedge (\neg c \rightarrow \neg a)$

$\equiv [[a \wedge (\neg b \wedge \neg c)] \vee [(\neg b \rightarrow c) \wedge \neg(\neg b \rightarrow c)]] \wedge (\neg c \rightarrow \neg a)$ distributive laws

$\equiv [(\neg b \wedge a \wedge \neg c) \vee F] \wedge (\neg c \rightarrow a)$ negation laws

$\equiv (\neg b \wedge a \wedge \neg c) \wedge (\neg c \rightarrow a)$ domination laws

$\equiv \neg b \wedge (a \wedge \neg c) \wedge (c \vee a)$ implication definition

$\equiv \neg b \wedge (a \wedge \neg c) \wedge \neg(\neg c \wedge a)$ negation

$\equiv \neg b \wedge \underline{(a \wedge \neg c) \wedge \neg(a \wedge \neg c)}$ commutative

$\equiv \neg b \wedge F$ negation laws

$\equiv F$ domination laws

maka, pernyataan kontradiksi

Dipindai dengan CamScanner

b. $(\neg a \leftrightarrow c) \wedge (b \rightarrow a) \wedge (c \rightarrow \neg a) \wedge (b \leftrightarrow \neg c)$

a	b	c	A $\neg a \leftrightarrow c$	B $b \rightarrow a$	C $c \rightarrow \neg a$	D $b \leftrightarrow \neg c$	$A \wedge B \wedge C \wedge D$
T	T	T	F	T	F	F	F
T	T	F	T	T	T	T	T
T	F	T	F	T	F	T	F
T	F	F	T	T	T	F	T
F	T	T	T	F	T	F	F
F	T	F	F	F	T	T	F
F	F	T	T	T	T	T	T
F	F	F	F	T	T	F	F

↳ proposisi bersifat satisfable

Dipindai dengan CamScanner

6c. $((a \vee b) \wedge (c \vee d)) \rightarrow ((a \vee c) \vee (b \wedge d))$

$\equiv \neg[(a \vee b) \wedge (c \vee d)] \vee ((a \vee c) \vee (b \wedge d))$	implication definition
$\equiv (\neg a \wedge \neg b) \vee (\neg c \wedge \neg d) \vee (a \vee c) \vee (b \wedge d)$	negation
$\equiv (a \vee (\neg a \wedge \neg b)) \vee (c \vee (\neg c \wedge \neg d)) \vee (b \wedge d)$	commutative & associative
$\equiv [(a \vee \neg a) \wedge (a \vee \neg b)] \vee [(c \vee \neg c) \wedge (c \vee \neg d)] \vee (b \wedge d)$	distributive
$\equiv [T \wedge (a \vee \neg b)] \vee [T \wedge (c \vee \neg d)] \vee (b \wedge d)$	negation laws
$\equiv (a \vee \neg b) \vee (c \vee \neg d) \vee (b \wedge d)$	identity laws
$\equiv a \vee \neg b \vee c \vee (\neg d \vee (d \wedge b))$	commutative & associative
$\equiv a \vee \neg b \vee c \vee [(\neg d \vee d) \wedge (\neg d \vee b)]$	distributive laws
$\equiv a \vee \neg b \vee c \vee (T \wedge (\neg d \vee b)]$	negation laws
$\equiv a \vee \neg b \vee c \vee (\neg d \vee b)$	identity laws
$\equiv a \vee (\neg b \vee b) \vee c \vee \neg d$	associative & commutative
$\equiv a \vee T \vee c \vee \neg d$	negation laws
$\equiv T \vee c \vee \neg d$	identity laws
$\equiv T \vee \neg d$	identity laws
$\equiv T$	identity laws

maka, pernyataan tautologi

Dipindai dengan CamScanner

7. $P(x)$: x suka menonton anime
$Q(x)$: x menggunakan kacamata
domain x: seluruh mahasiswa Fasilkom

a. $\forall x\,(P(x) \lor Q(x))$
Seluruh mahasiswa Fasilkom suka menonton anime atau menggunakan kacamata.

b. $\exists x\,(\neg P(x) \land \neg Q(x))$
Ada mahasiswa Fasilkom yang tidak suka menonton anime dan tidak menggunakan kacamata.

c. $\neg \forall x\, Q(x)$
Tidak semua mahasiswa Fasilkom menggunakan kacamata

d. $\neg \exists x\,(\neg P(x) \land \neg Q(x))$
Tidak ada mahasiswa Fasilkom yang tidak suka menonton anime dan tidak menggunakan kacamata.

e. $\forall x\,(P(x) \to \neg Q(x))$
Semua mahasiswa Fasilkom yang suka menonton anime tidak menggunakan kacamata.

8. Domain setiap variabel → semua bilangan bulat

a. $\neg \forall x\, \forall y\, ((x>0) \land (y>0) \to (x-y>0))$; TRUE

penjelasan: pernyataan ekuivalen dengan $\exists x \exists y\, \neg((x>0) \land (y>0) \to (x-y>0))$
$\equiv \exists x \exists y\, [(x>0) \land (y>0) \land \neg(x-y>0))$

"ada 2 bilangan bulat yang lebih besar dari nol dan saat bilangan pertama dan kedua diselisihkan hasilnya tidak lebih dari 0)

↳ misal, bilangan 1 = 3, bilangan 2 = 4 $\}$ $3-4 = -1 < 0$ // true

b. $\forall x\, [(x>0) \to \exists a \exists b ((a \neq b) \land (a^2 = x) \land (b^2 = x) \land \forall c ((c \neq a \land c \neq b) \to c^2 \neq x))]$

FALSE

penjelasan: jika ditranslasi ke bahasa natural " untuk semua bilangan bulat lebih dari nol, terdapat tepat 2 bilangan bulat berbeda yang hasil kuadratnya sama."

↳ pernyataan salah karena tidak ada bilangan yang memenuhi kecuali x berlaku untuk semua bilang riil.
contoh: jika berlaku untuk semua bil. riil → $\underset{a}{(-3)^2} = \underset{b}{3^2} = 9$

c. $\exists x\, [(x>0) \land \forall a\, \forall b\, \forall c\, (x \neq a^2 + b^2 + c^2)]$

True

penjelasan: Ada bilangan bulat positif yang jika 3 bilangan bulat positif dijumlahkan, tidak menghasilkan bilangan tersebut.
contoh: 1 dan 2

Dipindai dengan CamScanner

9. a. $\forall x\,(P(x) \rightarrow Q(x)) \equiv \neg\exists x\,(P(x) \wedge \neg Q(x))$?

- ruas kanan

$\neg\exists x\,(P(x) \wedge \neg Q(x)) \equiv \forall x\,\neg(P(x) \wedge \neg Q(x))$ negasi kuantor eksistensial

$\equiv \forall x\,(\neg P(x) \vee Q(x))$ De Morgan's Law

$\equiv \forall x\,(P(x) \rightarrow Q(x))$ definisi implikasi

$\equiv$ ruas kiri

maka, keduanya ekuivalen

b. $\exists x\,(P(x) \wedge Q(x)) \equiv \exists x\,P(x) \wedge \exists x\,Q(x)$?

- Counter Example:

misal, domain x adalah semua bilangan bulat positif.

$P(x)$: x merupakan bilangan bulat genap

$Q(x)$: x merupakan bilangan bulat ganjil

- $\exists x\,(P(x) \wedge Q(x))$: ada bilangan bulat positif yang merupakan bilangan bulat genap dan ganjil

↳ False, karena setiap bilangan hanya bernilai genap atau ganjil, tidak keduanya

- $\exists x\,P(x) \wedge \exists x\,Q(x)$: ada bilangan bulat positif yang merupakan bilangan bulat genap dan ada bilangan bulat positif yang merupakan bilangan bulat ganjil

↳ True

sehingga keduanya tidak ekuivalen

c. $\forall x\,(P(x) \leftrightarrow Q(x)) \equiv \forall x\,P(x) \rightarrow \forall x\,Q(x)$

- counter example:

misal, domain x adalah semua bilangan bulat

$P(x)$: x merupakan bil. bulat positif

$Q(x)$: x merupakan bil. bulat

- $\forall x\,(P(x) \leftrightarrow Q(x))$: semua bilangan bulat merupakan bilangan bulat positif jika dan hanya jika bilangan tersebut merupakan bil. bulat.

↳ False pada $Q(x) \rightarrow P(x)$, tidak semua bil. bulat positif

- $\forall x\,P(x) \rightarrow \forall x\,Q(x)$: jika semua bilangan merupakan bil. bulat positif maka semua bilangan merupakan bil. bulat

↳ True

sehingga keduanya tidak ekuivalen

d. $\forall x\,(P(x) \wedge \neg Q(x)) \equiv \neg\exists x\,(P(x) \wedge Q(x))$

- counter example:

misal, domain x adalah semua planet yang ada di dalam galaksi bima sakti

$P(x)$: x terdapat di bima sakti

$Q(x)$: x terdapat di galaksi lain

- $\forall x\,(P(x) \wedge \neg Q(x))$: semua planet yang ada di galaksi bima sakti terdapat di bima sakti dan tidak terdapat di galaksi lain.

↳ True

- $\neg\exists x\,(P(x) \wedge Q(x))$: tidak ada planet yang terdapat di galaksi bima sakti dan galaksi lain

↳ False, pasti ada planet di salah satu galaksi

Dipindai dengan CamScanner

9.

10. $M(x, y)$: x mengikuti turnamen y

$K(x, y)$: x memenangkan turnamen y

x dan y adalah domain untuk atlet dan turnamen tahun 2023.

a. Tidak semua atlet mengikuti semua turnamen dalam tahun 2023

$\neg \forall x \forall y \, M(x, y)$

b. semuo atlet mengikuti setidaknya dua turnamen dalam tahun 2023.

$\forall x \exists y_1 \exists y_2 \, [(y_1 \neq y_2) \rightarrow (M(x, y_1) \wedge M(x, y_2))]$

c. Ada tepat satu atlet yang memenangkan semua turnamen yang ia ikuti di tahun 2023.

$\exists x \exists y \, [M(x, y) \wedge K(x, y) \wedge \forall x_1 ((x_1 \neq x) \rightarrow (M(x_1, y) \wedge \neg K(x_1, y)))]$

d. Terdapat tepat 1 atlet yang mengikuti lebih dari 1 turnamen dalam tahun 2023.

$\exists x \exists y \, (M(x, y) \wedge \forall a \, (a \neq x \rightarrow \neg M(x, y)))$

Dipindai dengan CamScanner